

Université Mohamed khider – Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Civil et d'Hydraulique  
Référence :...../ 2018

جامعة محمد خيضر - بسكرة  
كلية العلوم و التكنولوجيا  
قسم الهندسة المدنية و الري  
المرجع:...../ 2018



**Mémoire de Master**  
**Spécialité : Hydraulique**  
**Option : Hydraulique Urbain**

**Thème :**

**AUTOMATISATION ET LA TÉLÉGESTION DU TRANSFERT DE LA VILLE  
DE TAMANRASSET À PARTIR DU CHAMP CAPTANT  
D'AIN SALAH**

**Etudiant:**

NADJEMI Yassine

**Encadreurs:**

• Pr. BOUZIANE M. T

**Promotion: Juin 2018**



# Résumé

---

## Résumé

Ce présent travail consiste à la proposition d'un nouveau programme pour la gestion du projet de transfert d'eau Ain Salah Tamanrasset .

Il vise principalement à éliminer l'intervention des opérateurs sur site. Il se divise en trois principales parties : l'assimilation du fonctionnement actuel, le passage de la logique câblée à la logique programmée en intégrant l'automate STEP7 et télégestion

**Mots clés :** champ de captant ; Station de pompage ; Télégestion ; API ; STEP7 ; s7 200 ; python

## ملخص

في هذا العمل اقترحنا برنامج جديد لتسيير مشروع تحويل المياه من عين صالح الى تمنراست . يهدف في المقام الأول إلى القضاء على تدخل المباشر الغير مرغوب به للمستعملين في الموقع. وينقسم هذا العمل إلى ثلاثة أجزاء رئيسية : محاكاة العمليه الحاليه و استيعابها . الانتقال بها من الآلية الخطية الي الآلية المبرمجة باستعمال STEP7 و ايضا تهيئة النظام و تحقيق التسيير الآلي او الاداره الآليه

**الكلمات المفتاحية :** مجال الالتقاط . محطة الضخ؛ الإدارة عن بعد. برمجة التلقائية للمنشأة الصناعية .  
STEP7 . s7 200. Python

# *Remerciements*

*Nous tenons tout d'abord à remercions Dieu Tout Puissant, Pour toute la puissance qu'il nous a donnée Pour réaliser ce modeste travail.*

*Nous exprimons notre plus vif remerciement à notre encadreur BOUZIANE M.T qui nous a aimablement orienté et assidûment dirigé notre travail.*

*Nous présentons aussi nos sincères remerciements au président du jury et le membre du jury examinateur qui ont l'honneur de participer au jury de ce travail.*

*Et enfin nous remercions l'ensemble, des enseignants et collègues de notre promotion, qui nous Ont aidés à réaliser ce modeste travail.*

*N. Yassine*



# Dédicaces

*Je tiens à dédier ce mémoire :*

*A mes très chères parents, en témoignage et en gratitude de leurs dévouements, de leur soutien permanent durant toutes mes années d'études, leurs sacrifices illimités, leurs réconforts moraux, ceux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affectations sans limite.*

*A ceux qui sont la source de mon inspiration et mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance :*

*A mon père l'exemple de sincère amour et du sacrifice pour ses encouragements son amour et son sacrifice afin que rien ne entrave les déroulements de mes études*

*A ma cher Grande Mère (Que Dieu garde pour toi).*

*A mes Chère Frères, et mes Sœurs.*

*Habibo, Badia et Ayemen*

*Oum khier et oumayma*

*Pour plus belle ma fille sœur*

*Radjaa et Infal*

*A toute ma famille. NADJEM*

*A tous mes ami (e)s.*

*Et à tous ceux qui me sont chers*

*Yassine*

# Sommaire

---

<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : présentation de projet d’AEP de TAMANRASSET à partir d’IN SALAH</b>	
1 Introduction .....	5
2 Situation et caractéristiques du site du transfert .....	6
2.1 Localisation géographique .....	6
2.2 Géomorphologie, géologie.....	7
2.2.1 Géologie régionale.....	7
2.2.2 Tronçon : Champ captant – IN SALAH.....	7
2.2.3 Tronçon : IN SALAH -ARAK.....	8
2.2.4 Contournement des gorges d’ARAK.....	9
2.2.5 Tronçon ARAK – IN AMGUEL .....	9
2.2.6 Tronçon : IN AMGUEL – TAMANRASSET .....	10
2.2.7Climat.....	11
3 Description des ouvrages du transfert.....	12
4 Champ captant.....	12
4.1 Consistance du champ captant .....	12
4.2 Emplacement de champ captant .....	13
4.3 Les composent de champ de captant 1.....	13
4.3.1 Les forages.....	13
4.3.2 Châteaux d’eau .....	15
4.3.3 Réservoir de tête .....	16
5 Stations de pompage.....	17
5.1 Consistance des stations de pompage .....	17

# Sommaire

---

5.2 Emplacement des les stations de pompage .....	20
6 Conduites du transfert, ouvrages et équipements associés.....	21
6.1 Consistance et découpage .....	21
7 Réservoir terminal .....	24
7.1 Description générale du réservoir terminal .....	24
7.2 Emplacement du réservoir terminal .....	25
7.3 Disposition des structures du réservoir terminal .....	26
8 Station de déminéralisation .....	27
9 Concept de fonctionnement du transfert.....	29
9.1 Fonctionnement d'ensemble .....	29
9.2 Fonctionnement hydraulique en régime permanent.....	31
9.3 Fonctionnement hydraulique en régimes transitoires .....	32
10 Système automate utilise dans le projet.....	32
10.1 WARTSILA .....	33
10.1.1 PRESENTATION DU WISE : .....	33
10.1.2PRESENTATION DU WOIS : .....	33
10.1.3 Les composent principal de Système : .....	34
10.2 LOOPS AUTOMTIO.....	35
10.3 Conclusion.....	36

## **Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage**

1Généralité.....	38
2Relèvement direct : .....	38
3Relèvement en plusieurs temps.....	38
3.1Nombre de station .....	38
3.2positionnements des stations de pompe .....	39
4 Nombre des pompes par station.....	40

# Sommaire

---

5 Calcul des paramètres de la pompe.....	41
5.1 caractéristiques géométriques .....	41
5.1.1 A la sortie de la roue .....	41
5.1.2 A l'entre de la roue : .....	42
5.2 Triangle des vitesses .....	44
5.2.1 A l'entrée de la roue.....	44
5.2.2 A la sortie de la roue .....	45
5.3 Type et nombre des aubes.....	46
5.3.1 vérification du choix du nombre des aubes.....	46
5.3.2 Rayon de courbure d'aube .....	46
5.3.3 Épaisseur de l'aube : .....	47
5.4 Calcule des volutes $\pi$ .....	47
5.4.1 calcule des diamètres : .....	47
5.4.2 Diamètre intérieure de la volute.....	48
6 Point de fonctionnement .....	48
6.1 Généralité.....	48
6.2 Caractéristique des conduits .....	48
6.3 méthode de trace de la courbe du point de fonctionnement.....	49
6.4 Caractéristique d'une conduite .....	49
6.4.1 Conduite : SP1 – SP2.....	49
6.4.2 Conduite : SP2 – SP3.....	49
6.4.3 Conduite : SP3 – SP4.....	50
6.4.4 Conduite : SP4 – SP5.....	50
6.4.5 Conduite : SP5 – SP6.....	50
6.4.6 Conduite : SP6 – RTm .....	50
7 Conclusion .....	57

# Sommaire

---

## Chapitre III : Proposition de un système automatisé et un chaîne télégestion

1 Introduction :.....	59
2 Outils d'automatisation.....	60
2.1 Qu'est-ce qu'un système automatisé ? .....	60
2.2 Les éléments constituant un automatisme : .....	61
2.3 Automate programmable : .....	62
2.4 STEP 7-Micro/WIN .....	63
2.4.1 Présentation.....	63
2.4.2 Fonctions de STEP 7-Micro/WIN : .....	64
2.5 GRAFCET .....	65
2.5.1 Introduction.....	65
2.5.2 Programme principal.....	65
3 Outils de télégestion :.....	70
3.1 Qu'est-ce qu'une télégestion? .....	70
3.2 Qu'est-ce qu'une Interface Homme/ Machine ? .....	70
3.3 Logiciel de programmation.....	72
3.4 Le travail d'algorithmes .....	72
4 Conclusion : .....	80
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>81</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>82</b>

# Sommaire

---

# Liste des figures

---

## Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

Figure (I.1) : schéma de projet.....	05
Figure(I.2): Profil en long schématique de l'adduction .....	06
Figure(I.3): Emplacement du champ captant 1 dans la région de In Salah.....	13
Figure (I.4) : Champ captant1 – Réseau de collecte et réservoir de tête.....	13
Figure (I.5) : Champ captant 1 – le château d'eau E6.....	15
Figure (I.6) : Disposition des ouvrages du réservoir de tête RT6.....	16
Figure (I.7) Station de pompage n 06.....	17
Figure (I.8) : Structures principales des stations de pompage 03.....	18
Figure (I.9) Station de pompage SP4 –Salle des pompes.....	18
Figure (I.10).schéma de pompe HPDM 350-850-1d/13.....	19
Figure(I.11) montre un exemple de disposition des équipements principaux dans la salle des machines.....	19
Figure (I.12) : Exemple de disposition de la salle des machines.....	19
Figure (I.13) Schéma du transfert.....	22
Figure (I.14) : Réservoir terminal.....	24

# Liste des figures

---

Figure (I.15) : Disposition des chambres et autres ouvrages principaux du réservoir terminal.....	25
Figure (I.16) : Disposition d'avant-projet de la station de déminéralisation.....	26
Figure (I.17) : Figure (I.17) : Schéma vertical de principe du transfert.....	29
Figure (I.18) : Fonctionnement hydraulique en régime permanent.....	30
Figure (I.19) : Fonctionnement hydraulique en régime transitoire.....	31
Figure (I.20) : le réseau de control WARTSILA.....	32
Figure (I.21) : LPC.....	33
Figure (I.22) : ESM.....	33
Figure (I.23) : PDM.....	34
Figure (I.24) : contrôle de SP avec LOOPS AUTOMTION.....	34
Figure (I.25) : les réservoirs 2000 à l'entrée de SP.....	35
Figure (I.26) : contrôle réseau de cabrillon avec LOOPS AUTOMTION.....	35
Figure (I.27) : contrôle réseau avec LOOPS AUTOMTION.....	35

## Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

Figure (II.5) : profile hydraulique.....	57
--	----



# Liste des figures

---

## Chapitre III : Proposition de un système automatisé et un télégestion de projet

Figure(III.1) : structure d'un système automatisé.....	58
Figure(III.2) : S7 200 Micro PLC.....	63
Figure(III.3) : Eléments principaux du module d'alimentation et de la CPU.....	63
Figure (III.4) : schéma représente les éléments de base dans le CC.....	65
Figure (III.5): Structure d automatisme de system d'exploitation .....	67
Figure (III.6):schéma représente les éléments de base dans le SP.....	68
Figure (III.7) : Structure d automatisme de station de pompage .....	69
Figure (III.8): L'interface Homme / Machine dans un processus automatisé.....	71
Figure (III.9) : le affichage principale de programme.....	78
Figure (III.10) : affichage du centre de contrôle en deux cas.....	78
Figure (III.11) : l'affichage d erreur.....	79
Figure (III.12) : l'affichage base de test.....	79

# Liste des tableaux

---

<b>Tableau( I.1) : Données climatiques de la ville .....</b>	<b>11</b>
<b>Tableau (I.2) les altitudes du terrain naturel aux positions des forages.....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau (I.3) l'augmentation des forages par a pour le temps.....</b>	<b>14</b>
<b>Tableau (I.4) : La répartition de la conduite sur les différents tronçons est récapitulée dans le tableau suivant .....</b>	<b>23</b>
<b>Tableau (II.1): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP1-SP2.....</b>	<b>51</b>
<b>Tableau (II.2): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP2-SP3.....</b>	<b>52</b>
<b>Tableau(II.3): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP3-SP4.....</b>	<b>53</b>
<b>Tableau(II.4): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP4-SP5.....</b>	<b>54</b>
<b>Tableau(II.5): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP5-SP6.....</b>	<b>55</b>
<b>Tableau(II.6): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP6-RTm.....</b>	<b>56</b>
<b>Tableau (III.1): Dimontre les equipment d'être ET de reception de base utilise.</b>	<b>66</b>
<b>Tableau (III.2): Explique les symboles dans le tableau.....</b>	<b>68</b>
<b>Tableau (III.3): Démontre les equipment d'être ET de reception de base utilise.....</b>	<b>69</b>

# Introduction générale

---

La régulation (ou asservissement) consiste à agir de façon à ce que une mesure soit égale à une consigne. L'industrie utilise à foison des systèmes d'asservissement ou de régulation : que ce soit pour gérer le débit d'un fluide dans une conduite, la température d'un produit, la hauteur d'un niveau de cuve... Historiquement, les régulateurs n'étaient pas intégrés dans l'unité centrale des Automates Programmables Industriels, mais se présentaient sous forme de modules autonomes gérant leur environnement propre (acquisition, calcul, commande...).

Cela à amener les décideurs du domaine de l'hydraulique à investir énormément sur la modernisation des stations qui sont basées initialement sur une technologie câblée et d'ailleurs dans ce contexte que nous avons proposé l'automatisation et la télégestion du transfert de la ville de Tamanrasset à partir du champ captant d'Ain Salah.

L'inconvénient majeur que nous avons constaté dans le transfert est que son fonctionnement est basé essentiellement sur l'intervention de l'opérateur que ce soit dans le démarrage ou l'arrêt de pompage et même dans la détection de l'origine d'un dysfonctionnement quelconque dans la station qui ne se fait que par des tests effectués sur site, ce qui engendre des pertes de temps considérable. Ces tests peuvent provoquer une perturbation ou même une coupure de l'alimentation en eau potable pour les foyers qui sont alimentées par le transfert.

Notre travail consistera alors à :

- A faire un bilan de l'installation existante, assimiler son fonctionnement et proposer un fonctionnement meilleur ;
- Passer de la logique wartsela vers la logique STEP7 programmée en intégrant les automates de télégestion type S7-200 ;
- Elaborer un programme d'automatisme via le logiciel python en créant 04 modes de fonctionnement de la station de pompage

# Introduction générale

---

- Et enfin développer une application de la supervision sous le logiciel stap7 qu'a Permettra de superviser et télé gérer en temps réel l'installation automatisée.

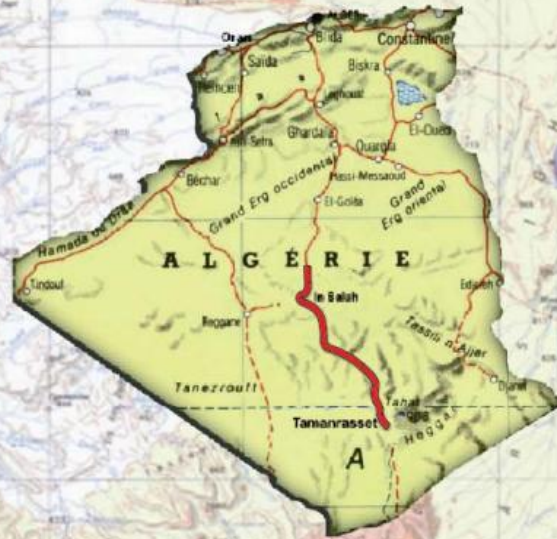
Pour bien mener le travail, Ce mémoire sera divisé en trois chapitres comme suit :

Le premier chapitre englobera la présentation du transfert avec une description détaillée du projet Ain Salah –Tamanrasset. Le deuxième chapitre sera dédié à la description de la plateforme de développement utilisée dans ce travail. Dans le troisième chapitre, sera consacré aux différentes étapes de la réalisation de la solution proposée.

**Chapitre I : Présentation de projet d'alimentation  
d'eau potable de la ville de TAMANRASSET à partir  
d'IN SALAH**

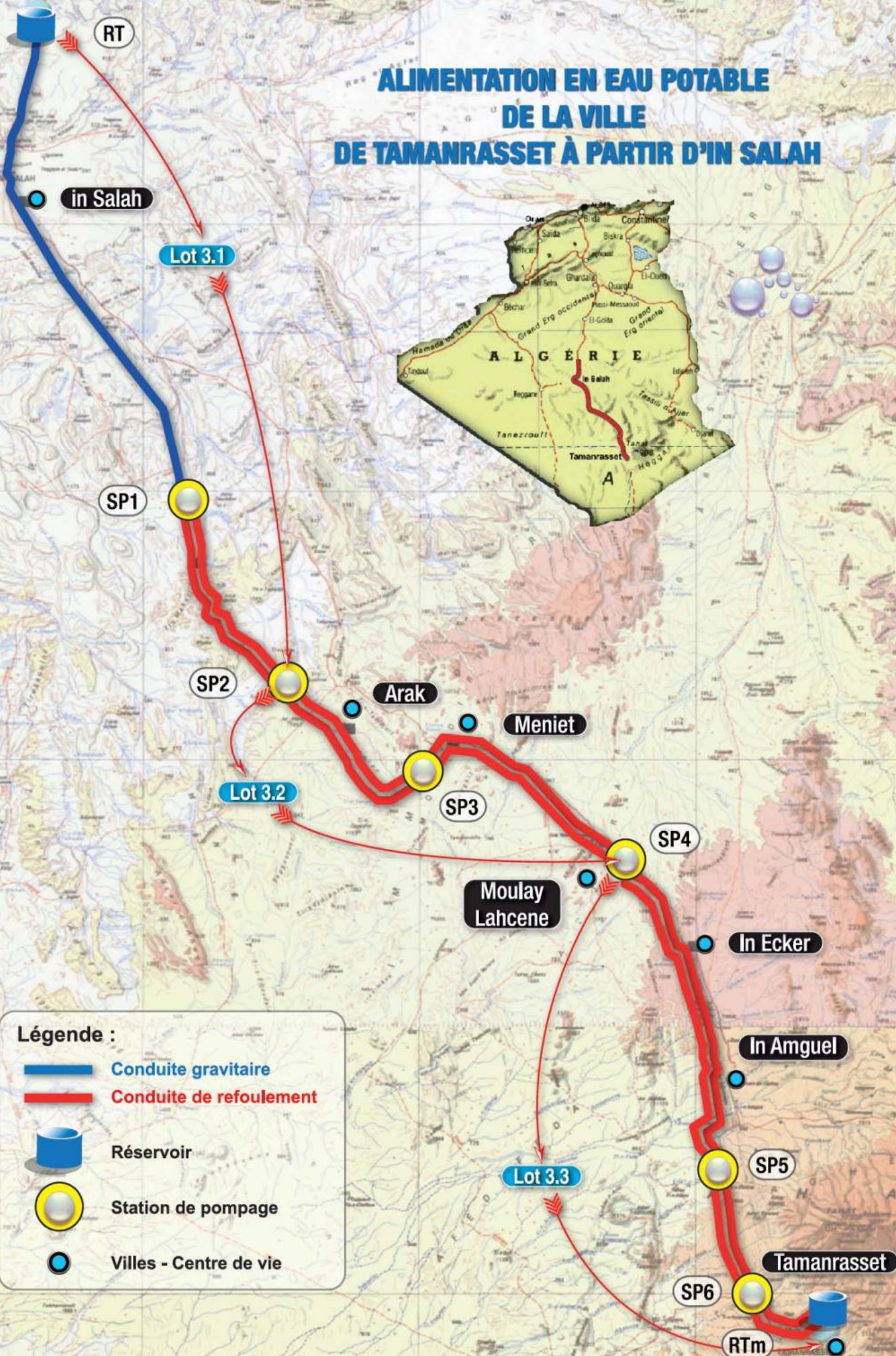


# ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE TAMANRASSET À PARTIR D'IN SALAH



**Légende :**

-  Conduite gravitaire
-  Conduite de refoulement
-  Réservoir
-  Station de pompage
-  Villes - Centre de vie





# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

## 1 INTRODUCTION

Grace a ce mégaprojet, la ville de TAMANRASSET, démunie de ressources hydriques, du fait d'une pluviométrie très défavorable, recevra l'eau puisée à 750 km de la prés de AIN SALAH a partir de la nappe du continental intercalaire .sur cette longue distance, 100000 mètres cubes d'eau seront ainsi transférés en plein désert chaque jour. Jusque a 2050 les besoins de en alimentation en eau potable de toute la wilaya de TAMANRASSET seront Sécurises.

Ce mégaprojet, piloté par l'ADE, vise a créer de meilleures condition au développement socio économique du Grand-Sud. Comme on le sait, sans ressources en eau suffisantes, les activités agricoles ou d'élevage de même que la production industrielle, ont du mal à se développer.

Tout le long du tracé, que suit celui de la route transsaharienne, entre AIN SALAH et TAMANRASSET, des centres de vie viendront s'ajouter a ceux qui existent déjà

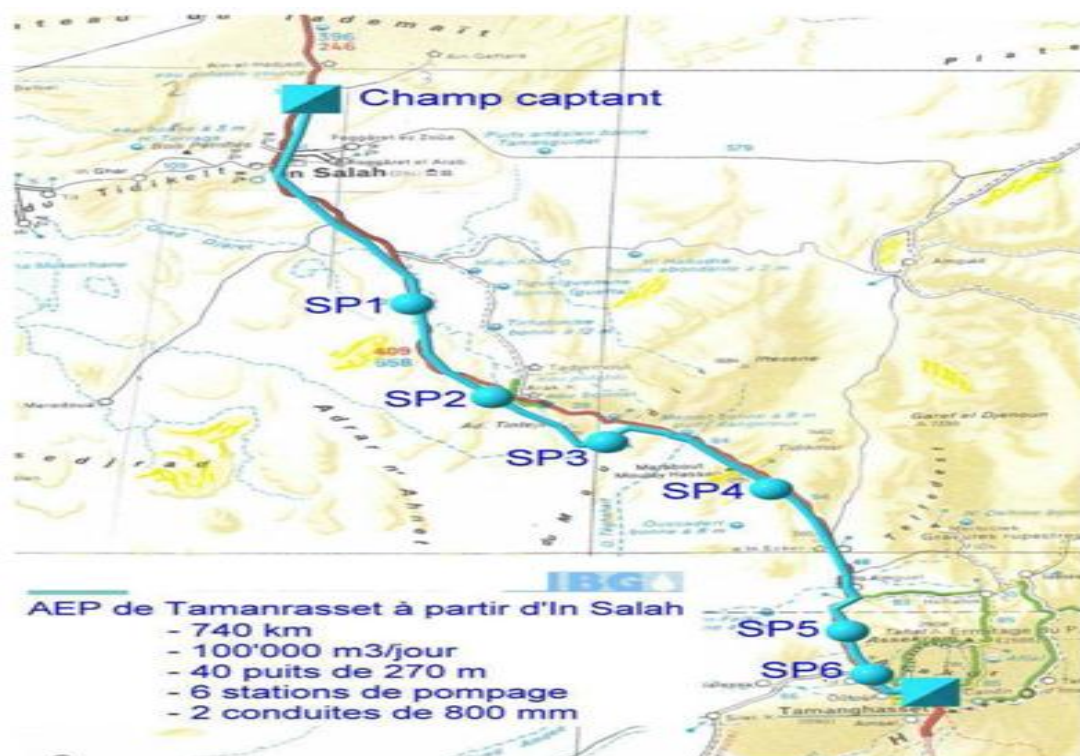


Figure (I.1) : schéma de projet

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

## 2 SITUATION ET CARACTERISTIQUES DU SITE DU TRANSFERT

### 2.1 Localisation géographique

La ville de TAMANRASSET se situe dans le massif de l'Ahaggar, dans le sud du Sahara Algérien. C'est le chef-lieu de la Wilaya qui en porte le nom. Elle comprend 7 Daïrates et 10 communes, dont celle d'IN SALAH. Les deux villes de TAMANRASSET et IN SALAH, distantes de 650 km environ, constituent les extrémités sud et nord du présent aménagement.

Le site du transfert est situé entièrement dans la Wilaya de Tamanrasset.

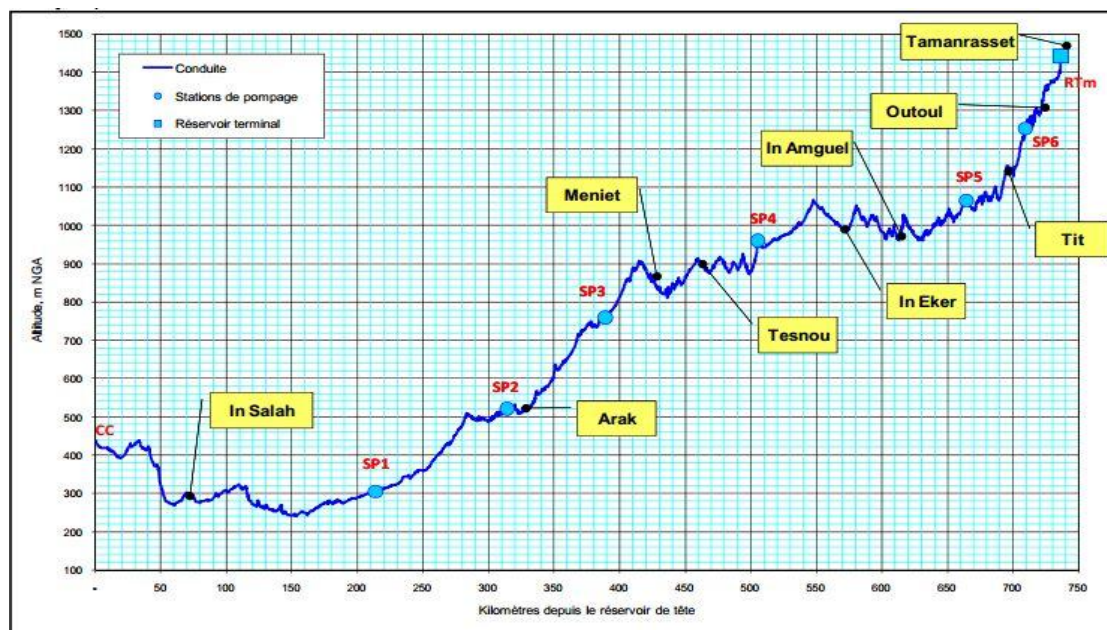
La Route Nationale n°1 "RN1" relie TAMANRASSET à ALGER via IN SALAH et constitue l'axe vital du site du projet en matière de développement.

La RN1 traverse le massif d'ARAK en passant sur 30 km dans une vallée encaissée, exposés à des crues d'oued dévastatrices. Pour cette raison, le tracé de l'adduction contourne le massif d'ARAK par le sud.

La dénivelée entre IN SALAH et TAMANRASSET est de plus d'un kilomètre.

Le graphique ci-après montre un profil en long schématique de l'adduction du champ de captage (champ captant n1) jusqu'au réservoir d'arrivée à Tamanrasset.

[1]



Figure(I.2): Profil en long schématique de l'adduction «In Salah – Tamanrasset



# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

## 2.2 Géomorphologie, géologie

### 2.2.1 Géologie régionale

La géologie régionale de la zone sur laquelle passe le tracé de la conduite est compliquée par la variété lithologique du sol et la complexité des plissements. L'esquisse structurale de l'Ahaggar montre que le projet traverse des formations diverses qui peuvent être subdivisées en deux grands ensembles :

- L'antécambrien, appelé communément pays cristallin : représenté par les deux séries distinctes de schistes cristallins, correspondant à deux cycles orogéniques différents appelé par C. Kilian, « Suggarien » pour la plus ancienne et « Pharusien » pour la plus récente.

Les deux séries s'étendent sur une très grande superficie depuis la ville de TAMANRASSET au village d'ARAK.

- Formation de couvertures : représenté par les terrains du paléozoïque qui occupent la majorité de la zone située entre le village d'ARAK et la ville d'IN SALAH au nord. Il est à noter la présence d'énormes masses volcaniques qui se sont étalées sur le substratum en d'immenses plateaux noirs et monotones, des dépôts dunaires ainsi que les regs qui sont issus de tous les produits de la désagrégation des massifs montagneux qui viennent se répandre dans les parties basses et s'accumuler dans les larges vallées, colmatant ainsi les irrégularités du terrain.

Les grandes dunes proprement dites constituées des sables éoliens se concentrent plutôt du côté nord aux alentours de la ville de IN SALAH. [2]

### 2.2.2 Tronçon : Champ captant – IN SALAH

- **Caractéristiques géomorphologiques**

Le tronçon Oued REDJEM – IN SALAH est caractérisé par l'existence de deux plateaux :

- Un plateau supérieur sur lequel se trouve le champ de captage à 70km au nord de IN SALAH depuis le PK 0+000 jusqu'au PK 48+400.
- Un plateau inférieur, constituant ce qu'on appelle communément la plaine de IN SALAH du PK 48+400 au PK 114+800. [1]

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

- **Caractéristiques géologiques**

La région comprise entre Oued REDJEM et IN SALAH constitue le domaine d'extension de formations continentales appelées communément formations Continentales Intercalaires.

Ce complexe dont l'âge va de la fin du Trias jusqu'à la fin du crétacé (C. Kilian) est constitué par des alternances de grès ou sables et des argiles d'origine continentale.

Les forages et piézomètres de Oued REDJEM montrent que l'épaisseur de CI varie de 450 m à plus de 600 m. A IN SALAH elle est de moindre épaisseur.

Les niveaux de calcaires rencontrés dans la région sont probablement d'âge Aptien, alors que les grès et les argiles sont plus anciens (Albien ; Barrémien etc.). [2]

## 2.2.3 Tronçon : IN SALAH -ARAK

- **Caractéristiques géomorphologiques**

La topographie générale de ce tronçon est caractérisée par une déclinaison du nord vers le sud, dont le point bas correspond à un oued au PK 154+000. Une augmentation de l'altitude est ensuite observée au fur et à mesure que l'on progresse en direction d'ARAK.

Contrairement au premier tronçon, les ondulations observées le long du tracé sont moins prononcées. La différence d'altitude entre le sommet et la base de deux ondulations successives est de l'ordre de 3 m.

Cette monotonie est cependant interrompue par l'existence de perrons rocheux constitués par des affleurements de roches sédimentaires stratifiées notamment au PK 115+000.

En certains endroits, notamment au PK 173+000, le relief constitué de roches cohérentes se présente sous forme de vallons. La différence d'altitude entre les terrains précédents et les vallons est de l'ordre de 16 m. [1]

- **Caractéristiques géologiques**

On retrouve en partie sur ce tronçon, les formations du Continental Intercalaire constituées essentiellement de sable consolidé rouge friables et d'argile rouge gypseuse.

L'extension du CI ne va cependant pas au delà du PK 120+000, car à cet endroit on

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

rencontre les premiers affleurements du carbonifère constitués de grès grossiers de couleur ocre, stratifiés, avec des boules de pyrite. Leur épaisseur ne semble pas importante puisqu'ils cèdent la place immédiatement à des dépôts de schiste gréseux stratifiés, avec quelques intercalations de bancs de grès et de calcaires.

La base du carbonifère est constituée par des marnes vertes et des argiles rouges gypseuses occupant de vastes étendues jusqu'aux premiers contreforts du Hoggar que l'on atteint au PK 259+000.

Le Hoggar est constitué par une auréole de formations sédimentaires (grès et schiste du Cambro-ordovicien et du Dévonien) reposant sur des roches intrusives ou volcaniques du Suggarien et du Pharusien (Antécambrien) [2]

## 2.2.4 Contournement des gorges d'ARAK

- **Caractéristiques géomorphologique**

La topographie du contournement d'ARAK est aussi changeante que la piste qui la longe. Si les premiers kilomètres sont caractérisés par des ondulations typiques des sables dunaires, la suite du parcours est assez monotone. La piste chemine entre deux montagnes de roches cristallines, granite en général. Le rétrécissement de la vallée est suivi par une rupture de pente avec dénivellation de près de 20 m. La dernière partie du tronçon allant jusqu'à la RN1 forme une vallée relativement large avec des affleurements de granite altéré. [1]

- **Caractéristiques géologiques**

Le contournement ainsi que la région d'ARAK est constitué par des formations cristallines du précambrien, représentées par des granites, des rhyolites, des basaltes, et des gneiss.

Les dépressions et les vallées d'oueds sont occupées par des dépôts du Quaternaires ou par des alluvions récentes. [2]

## 2.2.5 Tronçon ARAK – IN AMGUEL

- **Caractéristiques géomorphologiques**

Même si l'on constate une augmentation générale des altitudes en direction du sud, la topographie est caractérisée par une succession de zones hautes avec des perrons

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

rocheux bordant la route, et des zones basses traversées parfois par des oueds sans envergure.

La différence d'altitude entre le sommet et la base de ces reliefs est en moyenne de l'ordre de 20 m, mais par endroits elle peut atteindre 47 m, notamment entre le PK 359+000 et le PK 362+000. [1]

- **Caractéristiques géologiques**

Le tronçon ARAK – IN AMGUEL fait partie du massif du Hoggar dont les roches sont d'origine intrusive ou métamorphique. En dehors de la zone située à environ 40 km au sud-ouest d'ARAK, le reste de l'espace est occupé par des roches métamorphiques, essentiellement des gneiss, des micaschistes, des schistes métamorphiques, avec quelques intercalations de quartzites et des plages d'amphibolites.

Dans la région d'IN ECKER on note la présence de roches volcaniques (basaltes et dolérites) [2]

## 2.2.6 Tronçon : IN AMGUEL – TAMANRASSET

- **Caractéristiques géomorphologiques**

Après la traversée de la vallée de l'oued IN AMGUEL, on aborde au PK 614+000 un plateau avec une dénivellation de l'ordre de 30 m.

La topographie devient monotone avec une augmentation constante des altitudes au fur et à mesure que l'on progresse en direction de TAMANRASSET.

Cette monotonie est cependant interrompue par une série d'oueds qui descendent de l'ASSEKREM et traversent la route d'est en ouest. Les plus importants sont IN AMGUEL ,ALALESSA, TIT , et OUTOUL. [1]

- **Caractéristiques géologiques**

La carte de l'ASSEKREM, montre dans sa partie ouest la présence de formations avec prédominance des roches métamorphiques du Pharisien (précambrien)

Ce sont essentiellement des gneiss et des mylonites avec quelques filons de microgranite. On note cependant dans la région de In Ecker, (en face de la base Sonarem) à l'ouest de la RN1, la présence de roches volcaniques de types basaltes et

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

dolorites.

Le quart nord ouest de la carte de Tamanrasset montre en plus des gneiss, des formations intrusives de type granite, gabbro, ou volcanique dans la région de Tit [2]

## 2.2.7 Climat

Le climat de la zone est de type désertique : fortes amplitudes thermiques, faibles précipitations, ensoleillement important, et forte évaporation. Néanmoins, il existe des différences notables entre In Salah et Tamanrasset, dues d'une part à la différence d'altitude de ces deux villes (300 m pour la première, et 1'300 m pour la seconde), et d'autre part au fait que Tamanrasset se situe en bordure de la zone d'influence de la saison humide des pays tropicaux situés plus au sud :

- 1) Les températures sont maximales à la même saison pour les deux villes (mois d'été), mais elles sont nettement moins élevées à Tamanrasset (36°C maximum en moyenne mensuelle du mois le plus chaud) qu'à In Salah (45°C) ;
- 2) Par contre, l'hiver, les températures des deux villes sont du même ordre (3°C minimum en moyenne mensuelle minimale à Tamanrasset contre 6°C à In Salah) ;
- 3) En ce qui concerne les pluies, les cumuls annuels sont faibles pour les deux cités, avec néanmoins un avantage notable en faveur de Tamanrasset (48 mm/an) par rapport à In Salah (17 mm/an). [3]

**Tableau (I.1) : Données climatiques de la ville TAMANRASSET – IN SALAH**

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>In Salah</b>												
Temp extr max, °C	31	35	39	42	46	50	50	50	49	44	36	31
Temp moy max, °C	21	24	28	33	37	43	45	44	41	34	27	22
Temp moy min, °C	6	8	12	17	21	27	28	28	25	19	12	7
Humidité matin	63	64	51	40	37	36	29	31	38	44	61	65
Humidité après-midi	37	34	35	27	23	25	16	19	24	28	38	38
Jours de pluie	0.4	0.6	0.4	0.6	0.9	0.6	0	0.6	0.7	0.8	1	0.9
<b>Tamanrasset</b>												
Temp moy max, °C	20	21	25	30	33	35	35	35	33	29	25	21
Temp moy min, °C	5	6	10	15	20	22	23	22	21	16	10	6
Jours de pluie	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

## 3 DESCRIPTION DES OUVRAGES DU TRANSFERT

Le système du transfert d'eau potable « In Salah – Tamanrasset » comprend les ouvrages suivants:

- champ captant (il y a 2 champ captant, dans les deux le même caractéristiques. les CC2 L'extension future du champ captant).
- Six (06) stations de pompage de conception identique.
- Trois (03) lots de conduites d'adduction.
- Un (01) réservoir terminal avec un centre de contrôle et une chambre de comptage.
- Une (01) station de déminéralisation. [5]

## 4 CHAMP CAPTANT

### 4.1 Consistance du champ captant

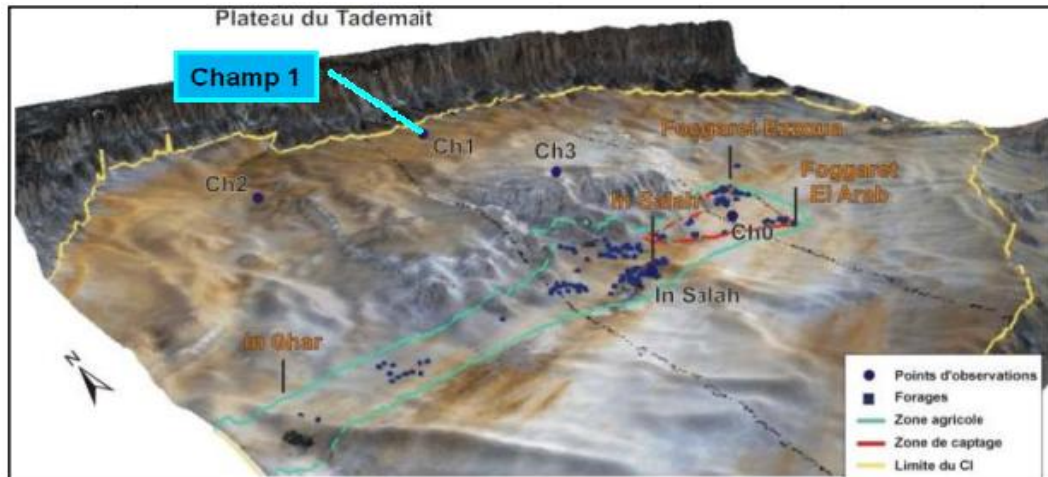
Le réseau de collecte exploite 24 forages sur le champ captant « Champ 1 », 70 km au nord d'In Salah. Le réseau de collecte et les ouvrages annexes comprennent:

- a) Vingt-quatre (24) installations de pompage dans des forages profonds (600 m de Profondeur) pour 50 000 m<sup>3</sup>/jour
- b) Huit (8) châteaux d'eau avec les conduites de liaison depuis les têtes de forage et jusqu'à la chambre de réglage à l'entrée du réservoir de tête.
- c) Un système d'alimentation électrique avec poste de couplage et transformation depuis l'arrivée d'une ligne à haute tension, distribution moyenne tension dans le champ captant, groupes électrogènes de secours et systèmes basse tension.
- d) Un réservoir de tête de 50 000 m<sup>3</sup>.
- e) Un système de prétraitement de l'eau avec préparation d'hypochlorite, chloration, correction du pH pour mise de l'eau à l'équilibre calco-carbonique et laboratoire.
- f) Les ouvrages associés : salle de commande, chambre de débitmètre, atelier, magasin, défense contre l'incendie etc.
- g) Une cité d'exploitation [6]

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

## 4.2 Emplacement de champ captant

Le site du champ captant situe de nord d'In Salah, limite à l'est par la RN1 et l'ouest par un oued au nord la falaise du Tademaït [6]



Figure(I.3): Emplacement du champ captant 1 dans la région de In Salah

## 4.3 Les composent de champ de captant 1

### 4.3.1 Les forages

Le champ de captant 1 composé par 24 forage de 600 m de profondeur avec chambre de pompage a 270 m de profondeur.

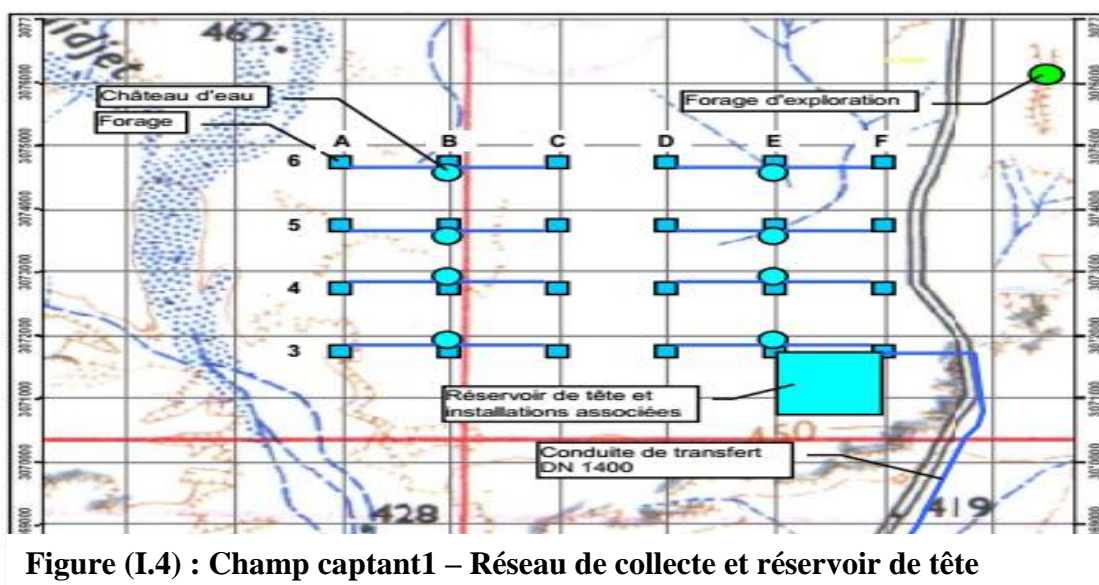


Figure (I.4) : Champ captant1 – Réseau de collecte et réservoir de tête



## Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

Le forage identifiés selon un grille A –F, 3-6 comme la indique sur la figure sont disposes selon un maille de 1000 [6]

**Tableau (I.2) Donne les altitudes du terrain naturel aux positions des forages :**

Altitudes m.NGA du terrain naturel au niveau des forages					
A	B	C	D	E	F
6	445,5	442,7	442,9	441,5	442,3
5	440,9	439,8	441,8	439,9	438,5
4	445,4	440,6	440,3	438,4	437,3
3	443,5	440,6	439,3	437,6	437,6

À l'heure actuelle, après notre visite au champ captant CC1. Il s'avère que le nombre de forage varie de 13-14 forage il compléter en termes de forage et d'équipements, Fournir entre 27 000 et 30 000 mètres cubes par jour maximales. Le directeur des ressources en eau de wilaya de TAMANRASSAT après avoir étudié les besoins de la région que le nombre de forage complet et exploité au début de l'été 2018 va augmenter 18 forage comme indiqué dans le tableau : [7] [8]

**Tableau (I.3) l'augmentation des forages par a pour le temps**

Anne	2011	2013	2014	2016	2017	2018	été 2018
<b>Nombre de forage en service</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>18</b>

Les pompe de forage c'est des pompe immerger de même caractéristique a débit de 25 l/s sous une hauteur manométrique totale (HMT) de 320 mètres de colonne d'eau (mCE). [6]



# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

## 4.3.2 Châteaux d'eau

Les châteaux d'eau sont couverts, en acier zingué au bain, avec trou d'homme DN 600 à couvercle verrouillé, avec une boîte latérale formant trop-plein et évent à H de marine sans pénétration de poussières. [6]

Ils sont composés d'une cuve rectangulaire de 180 m<sup>3</sup> de capacité et de hauteur variable par rapport au sol. La cuve est soutenue à la fondation par deux rangées de poteaux en profil d'acier zingués au feu, avec les raidisseurs nécessaires pour assurer la tenue aux sollicitations horizontales (vent). Les poteaux sont fondés sur un maillage de fondations filantes. La couverture en tôle d'acier zinguée au feu est conique pour assurer une rigidité suffisante. Elle est surmontée d'une superstructure porteuse et d'une toiture. [1]

Trois conduites de refoulement de forages DN 150 aboutissent par des déversoirs dans chaque château d'eau, par le fond ou par le côté.

Deux conduites de départ DN 300 ont leur entonnement 10 cm au-dessus du radier du château d'eau. Une vidange avec vanne 1'' est placée au point bas.

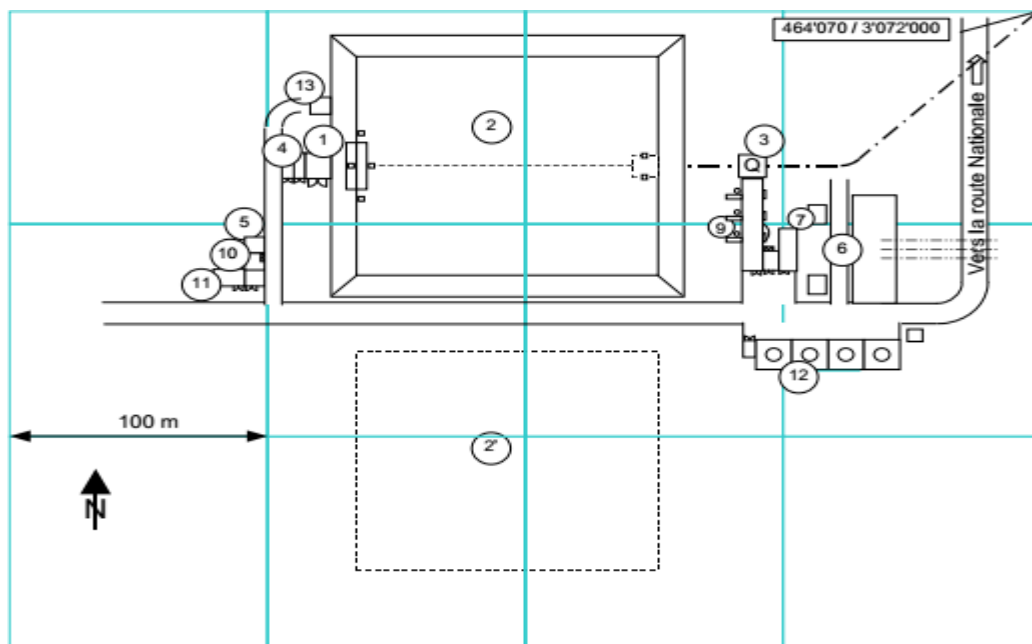
Une échelle à crinoline en acier zingué, avec grille d'entrée verrouillée, permet l'accès à l'évent et au trou d'homme. Une balustrade en acier zingué est montée autour de chaque château d'eau [6]



**Figure (I.5) : Champ captant 1 – le château d'eau E6**

### 4.3.3 Réservoir de tête

Le réservoir de tête RT a une capacité utile de l'ordre de 50 000 m<sup>3</sup>, suffisante pour couvrir 24 heures d'arrêt de pompage ou du système de correction de pH. Il est divisé en deux chambres de stockage, deux ensembles de bassins de mélange d'additifs et une chambre de sortie. Les vannes écluses vers la chambre de sortie sont motorisées et agissent comme vannes de tête du transfert. [6]



**Figure (I.6) : Disposition des ouvrages du réservoir de tête RT6**

Les ouvrages principaux du réservoir de tête sont :

- 1) Chambre des débitmètres et vannes de réglage à l'arrivée au réservoir depuis les châteaux d'eau.
- 2) Réservoir de tête avec chambres de mélange d'additifs avec zone d'extension (2').
- 3) Chambre de débitmètre de sortie.
- 4) Locaux de préparation d'hypochlorite et de dosage de produits de traitement, local de stockage.
- 5) Laboratoire avec coin bureau.

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

- 6) Poste de transformation haute tension.
- 7) Poste de distribution 10 kV avec coin bureau, local de distribution 400 V avec coin bureau.
- 8) Local des groupes électrogènes avec pont roulant.
- 9) Echangeurs de chaleur de réfrigération, cheminées.
- 10) Salle de commande avec WC.
- 11) Atelier avec coin bureau et WC, magasin.
- 12) Dépôt de carburant, local de transfert de carburant.
- 13) Local des pompes à incendie [1]

## 5 STATIONS DE POMPAGE



**Figure (I.7) Station de pompage n 06**

### 5.1 Consistance des stations de pompage

Le transfert comporte six stations de pompage de conception identique avec notamment pour chaque station:

- a) Une chambre de débitmètres et vannes d'entrée.
- b) Une chloration de rappel.
- c) Deux réservoirs de 2 000 m<sup>3</sup> chacun.
- d) Trois groupes motopompe à entraînement par moteur diesel, de hauteur

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

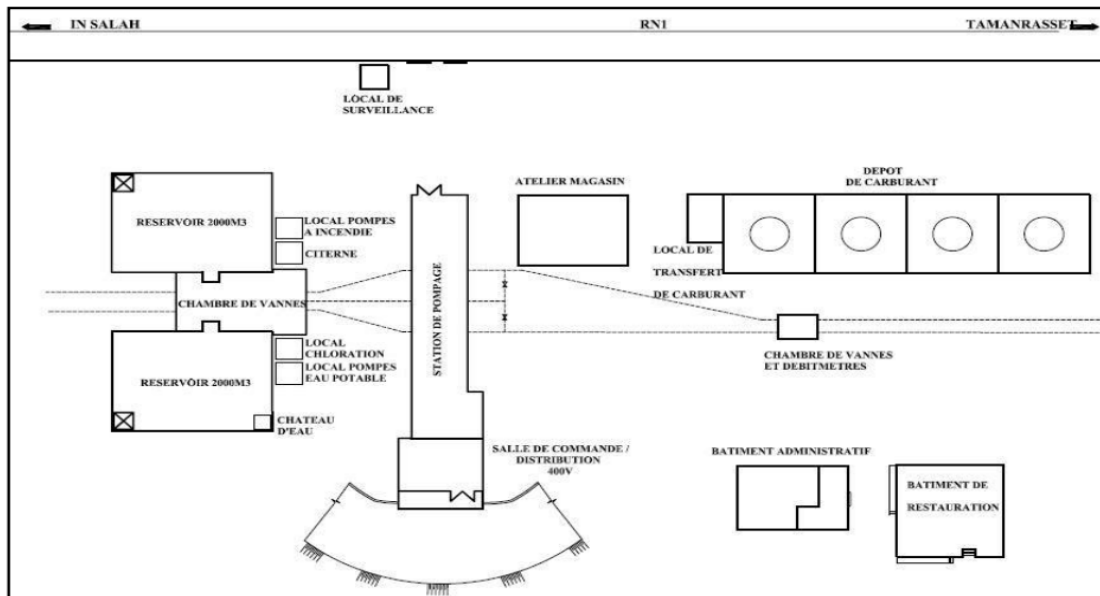
manométrique totale de 320 mCE sous 0.579 m<sup>3</sup>/s.

e) Un collecteur de sortie avec vannes et débitmètres.

f) Un ensemble de stockage et alimentation de carburant.

g) Les ouvrages associés : salle de commande, atelier, magasin, défense contre l'incendie etc.

h) Une cité d'exploitation. [9]



**Figure (I.8) : Structures principales des stations de pompage 03**

Chaque station de pompage est équipée avec trois pompes à plan de joint horizontal, débitant 0.579 m<sup>3</sup>/s sous une hauteur manométrique totale (HMT) de 320 mètres de colonne d'eau (mCE). [9]

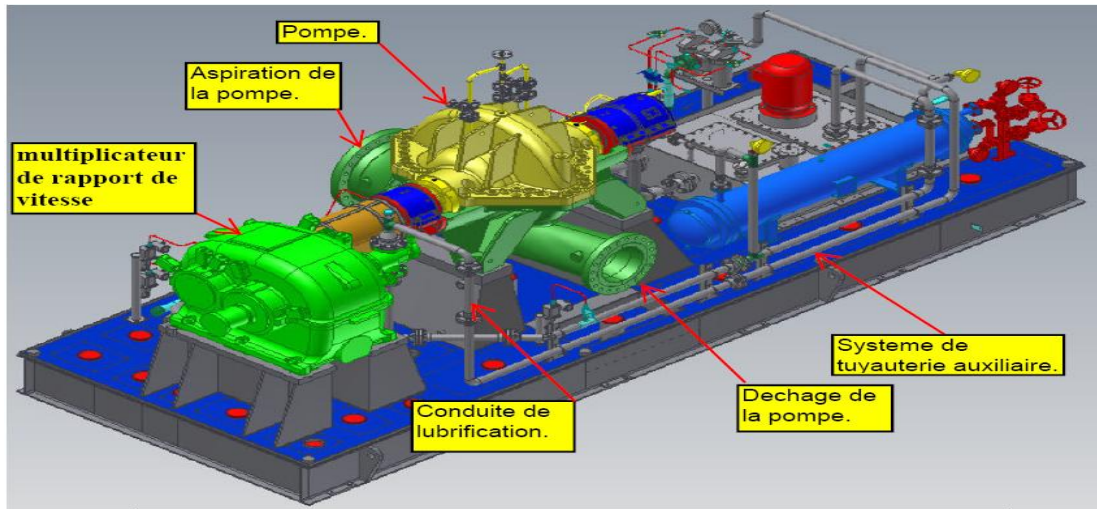


**Figure (I.9) Station de pompage SP4 –Salle des pompes**



# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

C est une pompe centrifuge axiale de haut débit. Type HPDM 350-850-1d/13



Vue en perspective du skid avec ses composants montés.

Figure (I.10).schéma de pompe HPDM 350-850-1d/13



Figure(I.11) montre un exemple de disposition des équipements principaux dans la salle des machines

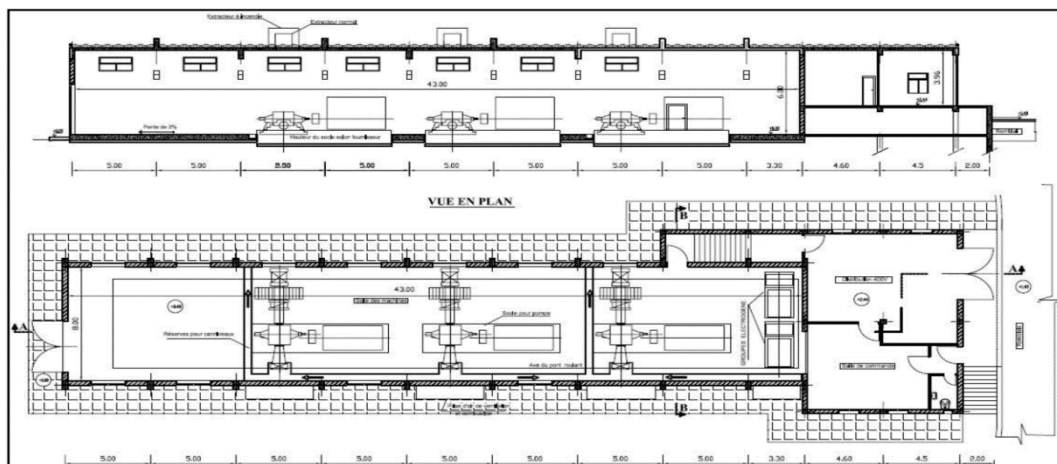


Figure (I.12) : Exemple de disposition de la salle des machines

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

## 4.1. Emplacement des stations de pompage

## 5.2 Emplacement des les stations de pompage

La station de pompage n°1 est au PK 214 sur terrain plat sableux. Les réservoirs d'aspiration doivent être montés sur pilotis pour assurer la contrepression nécessaire aux pompes.

La station de pompage n°2 est au PK 314 sur un point haut faiblement marqué, sableux et parsemé de cailloux.

La station de pompage n°3 est au PK 389 sur une terrasse étagée au-dessus de la dépression sud du contournement du massif d'Arak. L'accès depuis la RN1 est par une nouvelle route asphaltée de 16 km de long.

La station de pompage n°4 est au PK 505 au pied d'une ancienne zone d'emprunt, en haut d'une gorge encaissée. La pente permet l'installation des réservoirs d'aspiration sur un relief naturel.

La station de pompage n°5 est au PK 664 sur un plateau peu rocheux. Le site est desservi par la ligne moyenne tension depuis Tamanrasset.

La station de pompage n°6 est au PK 709 sur une terrasse formant un point haut juste après une montée ravinée. Le site est desservi par la ligne moyenne tension depuis Tamanrasset.

Toutes les stations de pompage sont identiques, sauf la SP1 qui comporte des vannes de régulation de niveau à l'entrée de la conduite à écoulement gravitaire dans ses réservoirs d'aspiration. La figure suivante montre la disposition de principe des stations de pompage en bord de route. [10]

## 6 CONDUITES DU TRANSFERT, OUVRAGES ET EQUIPEMENTS ASSOCIES

### 6.1 Consistance et découpage

Les conduites de transfert, ouvrages et équipements associés comprennent les conduites et leurs structures entre la sortie du réservoir de tête situé dans le champ

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

captant à environ 70 km au nord de In Salah et l'entrée dans les ouvrages d'arrivées (chambre de comptage) situés environ 5.5 km au nord-ouest de Tamanrasset.

Le réseau d'adduction du système est composé de :

- 01 tronçon en conduite unique à écoulement gravitaire de différents diamètres (1400 et 1200).
- 06 tronçons en double conduites à écoulement pompé de différents diamètres (900, 800 et 700).
- 385 chambres de ventouses.
- 227 chambres de vidange.
- 44 chambres de sectionnement.
- 01 chambre de vanne de sécurité à détection de survitesse.
- 14 chambres à soupapes anti-bélier.
- 20 chambres de trous d'homme.
- 06 branchements situés à l'intérieur des chambres des ouvrages en ligne (ventouses, vidange, sectionnement et trous d'homme).
- 103 ouvrages de traversée d'oued.
- 13 ouvrages de traversée de zone en présence de nappe.
- 10 ouvrages de traversée de route [1]

La conduite à écoulement gravitaire DN 1400 part du réservoir de tête à l'ouest de la RN1, passe en dalot sous la RN1 puis suit son côté est. Elle se réduit à DN 1200 après un passage en sur profondeur du PK 30 au PK 34 (zone TGM) puis continue du côté est de la RN1 jusqu'à In Salah et contourne la localité par l'est. Elle passe en dalot sous la RN1 avant la piste d'accès à la nouvelle usine Sonelgaz. Elle suit ensuite le côté ouest de la RN1 jusqu'à la station de pompage SP1.

A partir de la station de pompage SP1, deux conduites DN 800 puis DN 900 suivent le côté ouest de la RN1 jusqu'à la station de pompage SP2.

A partir de la station de pompage SP2, deux conduites DN 800 suivent le côté ouest de la RN1 jusqu'à l'oued Arak, partent vers le sud-est pour suivre un réseau d'oueds ensablés entre deux blocs de collines rocheuses, passent à 2 x DN 900 pour le passage

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

d'une plaine inondable et la montée dans un cordon de dunes jusqu'à la station de pompage SP3.

A partir de la station de pompage SP3, deux conduites DN 800 rejoignent le côté sud-ouest de la RN1 puis le suivent sur une plaine et à travers des barres rocheuses avant de terminer en 2 x DN 900 dans un lit d'oued et en montant une vallée jusqu'à la station de pompage SP4.

A partir de la station de pompage SP4, deux conduites DN 800 suivent le côté ouest de la RN1 jusqu'à la station de pompage SP5. Le diamètre est réduit à DN 700 pour le passage de la zone rocheuse autour d'In Amguel.

Depuis la station de pompage SP5, deux conduites DN 700 puis DN 800 suivent le côté sud-ouest de la RN1 jusqu'à la station de pompage SP6, jusqu'à la première base aérienne avant l'entrée à Tamanrasset. Là, les deux conduites DN 700 puis DN 800 passent en dalot sous la RN1, puis suivent le côté nord jusqu'à la chambre de comptage au niveau de réservoir terminal RTm situé à l'entrée de la ville de Tamanrasset. [1]

Les conduites posées sont en acier soudé en spirale de diamètre variant de DN700 à DN1400.

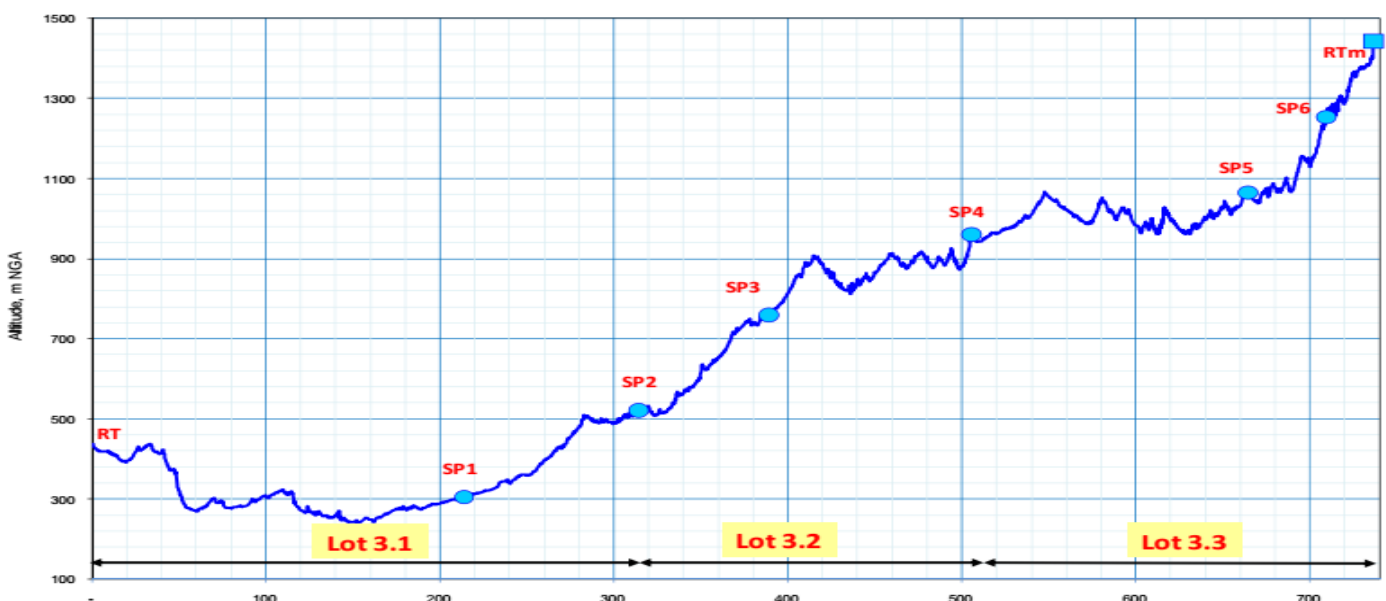


Figure (I.13) Schéma du transfert



# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

**Tableau (I.4) : La répartition de la conduite sur les différents tronçons est récapitulée dans le tableau suivant:**

Lot	Tronçon	débit (l/s)	DN (mm)	Longueur (ml)
3.1	RT-SP1	1 157,40	DN 1400	84 298,98
			DN 1200	128 645,37
	SP1-SP2	1 156,70	DN 800	2 x 48 022,23
			DN 900	2 x 52 152,00
3.2	SP2-SP3	1 155,90	DN 800	2 x 40 260,90
			DN 900	2 x 33 431,38
	SP3-SP4	1 152,50	DN 800	2 x 66 999,10
			DN 900	2 x 49 611,42
3.3	SP4-SP5	1 136,70	DN 800	2 x 141 443,31
			DN 900	2 x 17 338,61
	SP5-SP6	1 127,10	DN 700	2 x 32 671,24
			DN 800	2 x 11 935,43
	SP6-RTm	1 105,90	DN 700	2 x 19 534,52
			DN 800	2 x 7 509,92

## 7 RESERVOIR TERMINAL

### 7.1 Description générale du réservoir terminal

Le réservoir terminal a été redéfini pour une fonction de sécurisation du réseau de distribution. On peut distinguer pour le réservoir terminal:

- a) Un réservoir à deux chambres.
- b) Une chambre de sortie en béton commune aux deux chambres.
- c) Deux conduites entrantes en acier soudé DN 600 depuis la chambre de comptage.
- d) Deux conduites sortantes en acier soudé DN 800 jusqu'à la chambre de comptage.
- e) Un exutoire de trop-plein DN 800 de chaque chambre du réservoir et un collecteur de trop-plein en béton DN 1200 jusqu'à la citerne à proximité de la chambre de comptage.

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

- f) Deux tuyaux de vidange en fonte ductile DN 200, avec sortie dans le trop-plein.
- g) Deux gaines synthétiques enterrées pour l'alimentation du réservoir en courant alternatif 230 V et pour la transmission des mesures entre le réservoir et le centre de contrôle du transfert.
- h) La clôture et les installations de surveillance. [2]

## 7.2 Emplacement du réservoir terminal

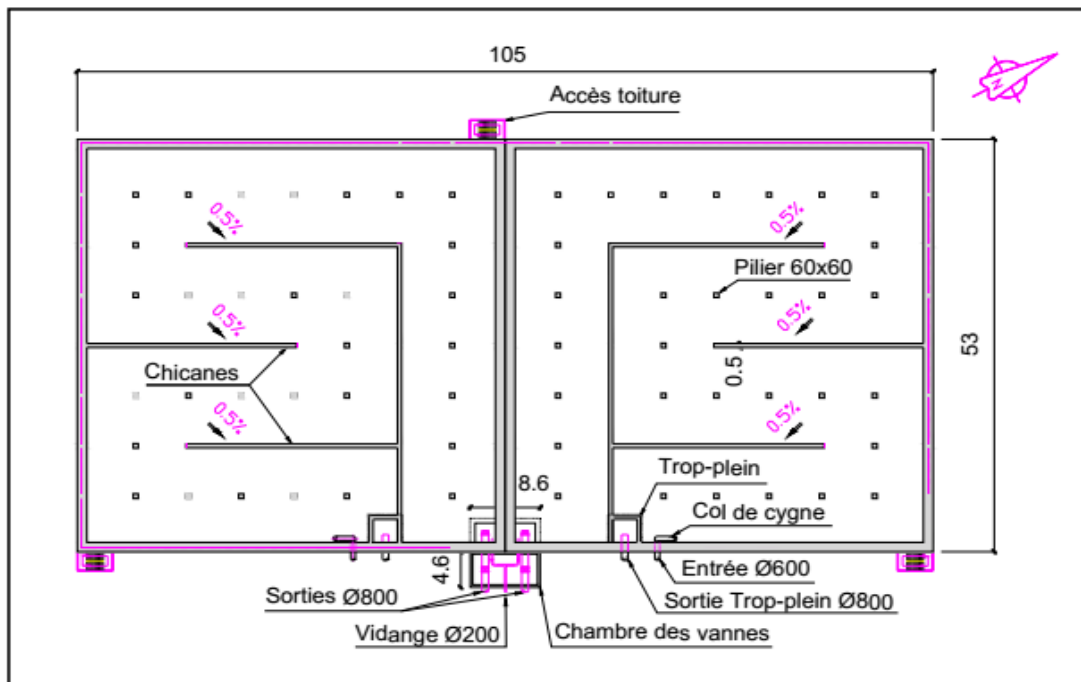
Le réservoir terminal est placé dans une cuvette sur le flanc Est d'une colline rocheuse à côté des réservoirs existants de l'adduction In Amguel – Tamanrasset. Le site est légèrement plus élevé que les toits des réservoirs existants.

La chambre de comptage est située au nord de la RN1, en pied de colline. Le réservoir terminal est construit sur la première terrasse de la colline. La cité d'exploitation est située à l'est de la colline. [2]



**Figure (I.14) : Réservoir terminal.**

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH



**Figure (I.15) : Disposition des chambres et autres ouvrages principaux du réservoir terminal**

### 7.3 Disposition des structures du réservoir terminal

Le réservoir est composé de deux chambres en béton armé de volume utile 25 000 m<sup>3</sup> chacune.

Comme indiqué sur la figure chaque chambre comporte:

- Une entrée avec col de cygne DN 600.
- Une conduite sortante DN 800 avec passage de mur étanche en fonte ductile et bride DN 800 PN 10 dans la chambre de sortie.
- Une vidange DN 200 avec passage de mur étanche en fonte ductile et bride DN 200 PN 10 dans la chambre de sortie.
- Un reniflard avec bride DN 100 PN 10 dans la chambre de sortie.
- Une cheminée de trop-plein. [2]

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

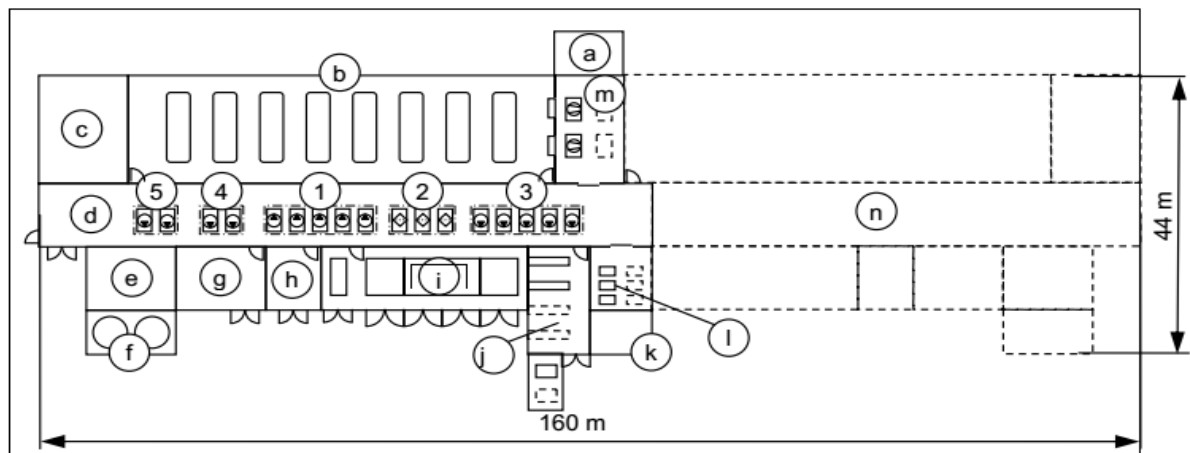
## 8 STATION DE DEMINERALISATION

L'eau extraite dans la région d'In Salah est potable. Elle est désinfectée en tête de transfert avec cinq désinfections de rappel et une désinfection finale à l'arrivée. La conception du transfert devrait minimiser les entrées de poussières et autres contaminants.

Cette eau reste remarquable par sa minéralisation totale de 2 g/l et par ses taux élevés de chlorures et sulfates, ces deux taux ainsi que la minéralisation totale étant susceptibles d'augmenter avec le temps.

Dans le cadre d'une évolution vers des normes plus sévères, l'Administration Algérienne a décidé la construction d'une station de déminéralisation pour ramener la minéralisation totale au-dessous de 1 g/l.

Son implantation a été fixée en tête du transfert. [2]



**Figure (I.16) : Disposition d'avant-projet de la station de déminéralisation**

Les ouvrages principaux de la station de déminéralisation selon l'APD sont :

- a) Chambre d'arrivée des quatre conduites de liaison DN 600.
- b) Plate-forme des filtres à sable – charbon.
- c) Bâche d'eau de rinçage des filtres.
- d) Salle des pompes avec place de montage, desservie par pont roulant. Cette salle contient notamment :

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

(1) Pompes de reprise d'eau filtrée.

(2) Filtres fins.

3) Pour un procédé d'électrodialyse, des filtres à cartouche de charbon actif pour  
L'élimination des traces de résines.

Pour un procédé d'osmose inverse, des groupes de pompes haute pression avec  
turbine de récupération d'énergie.

(4) Pompes de lavage des filtres (1+1).

(5) Pompes de by-pass d'eau filtrée, à vitesse variable (1+1).

e) Bâche d'eau filtrée.

f) Stockage de réactifs à vapeurs toxiques.

g) Local des réactifs avec pompes de dépotage et de dosage.

h) Local de climatisation.

i) Local des filières de déminéralisation et du groupe de lavage.

j) Local de distribution 400 V avec poste de transformation 10 – 0.4 kV et place en  
réserve pour l'extension de phase 2.

k) Bâche d'eau traitée.

l) Local des pompes de reprise d'eau traitée à vitesse variable avec pont roulant, avec  
place en réserve pour l'extension de phase 2.

m) Local des compresseurs avec pont roulant avec place en réserve pour l'extension  
de phase 2.

n) Espace réservé pour l'extension de phase 2. [2]

Pour assurer l'accès aux locaux des pompes de reprise d'eau traitée et des  
compresseurs, la salle des pompes couvre une partie de l'espace réservé pour  
l'extension de phase 2.

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

Compte tenu de la longueur de la salle des pompes, une place de montage avec accès pour véhicule lourd est ménagée à chaque extrémité

La salle de commande est placée en extrémité de la place de montage.

Le laboratoire, le local des groupes électrogènes et l'atelier sont des bâtiments séparés.

La conduite d'évacuation des effluents est souterraine, en béton armé résistant aux sulfates.

L'ensemble est clôturé et intégré dans l'ensemble des ouvrages d'arrivée.

La station de déminéralisation est construite en deux phases :

Le débit de phase 1 est 45 000 m<sup>3</sup>/jour d'eau brute en régime permanent, c'est-à-dire 0.52 m<sup>3</sup>/s.

Le débit de phase 2 est 90 000 m<sup>3</sup>/jour d'eau brute en régime permanent, c'est-à-dire 1.04 m<sup>3</sup>/s.

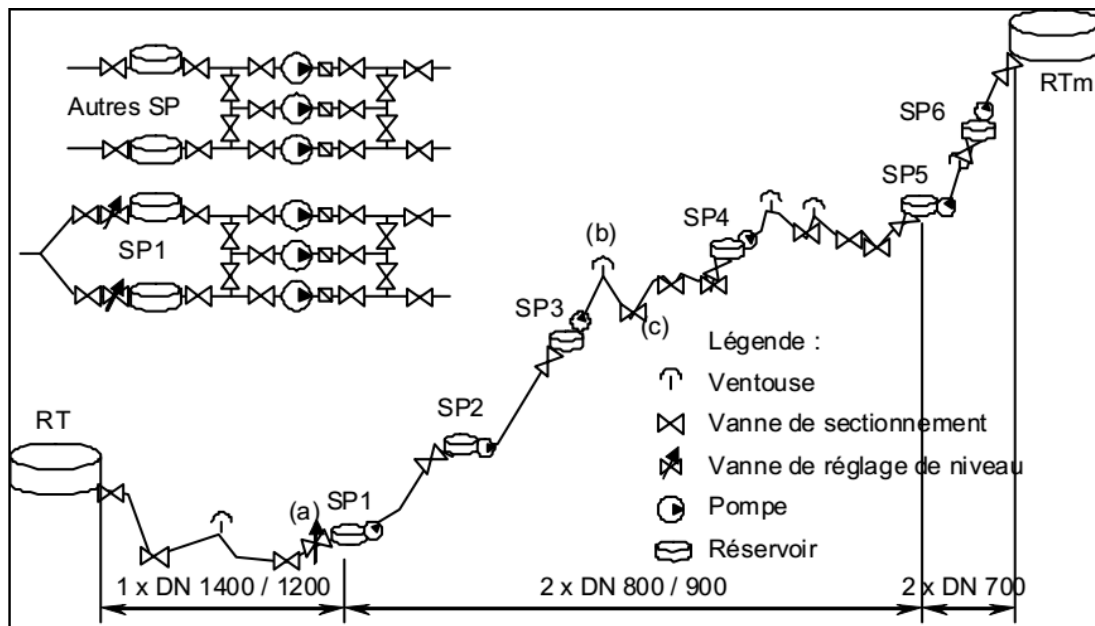
Les équipements de phase 1 absorbent le débit de phase 1. Ils doivent assurer une production journalière garantie d'au moins 38 000 m<sup>3</sup> d'eau partiellement déminéralisée conforme aux normes internationales pour l'eau potable. [1]

## **9 CONCEPT DE FONCTIONNEMENT DU TRANSFERT**

### **9.1 Fonctionnement d'ensemble**

La figure donne une représentation schématique du transfert du réservoir de tête (RT) au champ captant jusqu'au réservoir terminal (RTm) en passant par six stations de pompage. Les vannes de sectionnement sont placées à titre indicatif. Elles sont peu nombreuses compte tenu des conditions particulières du projet.

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH



**Figure (I.17) : Schéma vertical de principe du transfert**

Le centre de contrôle donne et actualise une consigne de débit journalier. Il collecte périodiquement les données de fonctionnement des différents ouvrages. Il reçoit automatiquement les alarmes fatales.

Le réseau de collecte fonctionne de manière autonome, sur la base d'une consigne de débit moyen journalier donnée par le centre de contrôle. Cette consigne peut être modulée pour une réduction de puissance en heures de pointe pour une priorité sur la consommation électrique. Elle peut aussi être ajustée pour maintenir le réservoir de tête près de son niveau haut pour une priorité sur la sécurité du transfert d'eau.

Le système de transfert fonctionne avec des variations de débit aussi lentes que possible. Ceci est imposé par les très grandes longueurs de conduites entre stations de pompage.

Les stations de pompage fonctionnent à vitesse variable.

La station de pompage SP1 ajuste sa vitesse pour obtenir le débit demandé par le centre de contrôle. Les vannes de réglage de niveau à l'entrée de la SP1 ajustent le débit de la conduite à écoulement gravitaire RT – SP1.

Les stations de pompage SP2 à SP6 ajustent leur vitesse pour maintenir le niveau dans leurs réservoirs d'aspiration à l'intérieur d'une plage de réglage. Cet automatisme simple permet de minimiser les transferts de données et de simplifier les influences



# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

des prélèvements en ligne.

Le centre de contrôle ajuste le débit demandé à la SP1 selon les quantités à l'arrivée. Des dérangements même limités peuvent nécessiter la prise du transfert en conduite manuelle.

Dans ce cas, l'opérateur du centre de contrôle coordonne les six stations de pompage pour rétablir progressivement un débit permanent [2]

## 9.2 Fonctionnement hydraulique en régime permanent

Le débit nominal du projet est 100 000 m<sup>3</sup>/j. L'ensemble du projet sauf le champ captant est réalisé en une seule phase pour ce débit. Le point d'insertion du champ captant d'extension est a priori au niveau du réservoir de tête. [2]

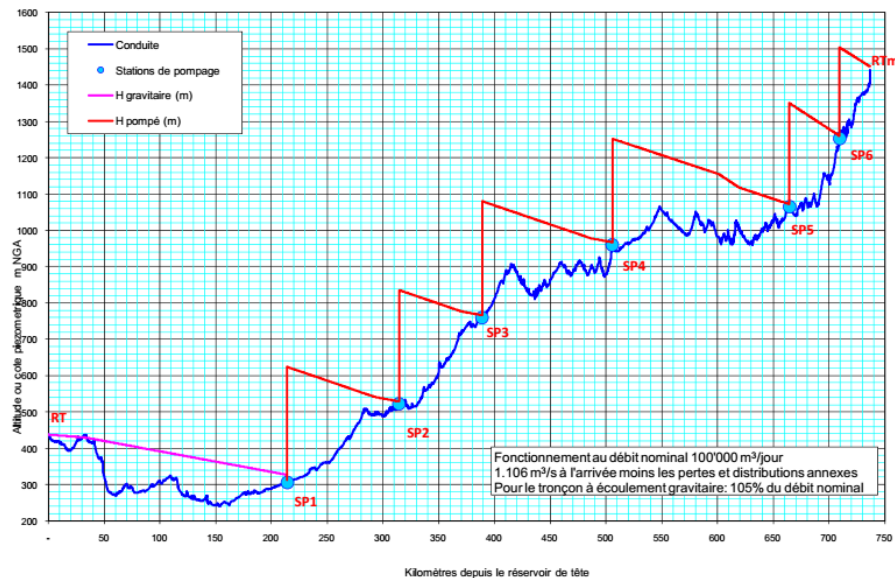


Figure (I.18) : Fonctionnement hydraulique en régime

La pression maximum de fonctionnement en régime permanent au régime nominal est 32 bar.

La rugosité de calcul est 0.1mm. Compte tenu de la consommation énergétique du pompage, une dégradation du revêtement intérieur des conduites n'est pas tolérable.

Le diamètre nominal est compris comme le diamètre intérieur d'une conduite avec un revêtement durablement lisse, réalisée avec des tolérances strictes de diamètre [2]

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

## 9.3 Fonctionnement hydraulique en régimes transitoires

Les démarrages et arrêts normaux se font à vitesse variable, sans sollicitations notables des conduites.

Les arrêts brusques de pompes sont très rares avec des groupes diesel-pompes. Les conduites sont cependant protégées contre ce cas. La topographie et la dominance de pertes de charge rendent la solution classique de réservoirs anti-bélier impraticable. La protection est réalisée avec des ventouses à triple effet et des soupapes anti-bélier tarées par ressort.

Des pièges à sable dans les chambres de ventouses et des chlorations de rappel aux réservoirs restreignent le risque de contamination de l'eau en cas d'admission d'air par les ventouses. [2]

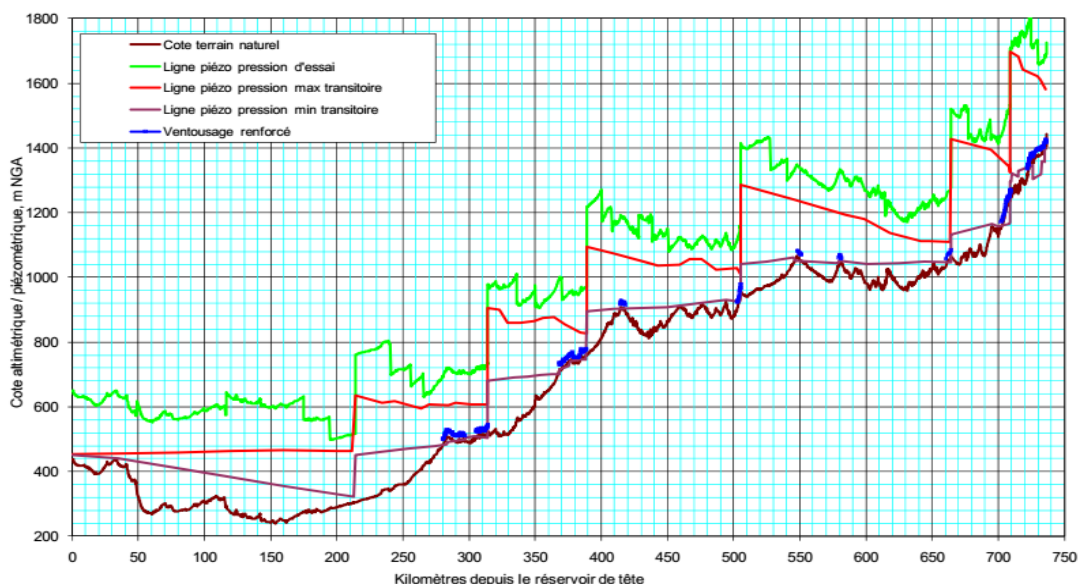


Figure (I.19) : Fonctionnement hydraulique en régime transitoire

## 10 SYSTEME AUTOMATE UTILISE DANS LE PROJET

Ce qui a augmenté la taille du projet et augmenté la capacité économique et la qualité financière, nous devons faire de lui une entité protégée de tous les aspects et méthodes. Nous essayons aussi de compléter complètement son travail afin d'éviter les accidents humains et matériels catastrophiques. Dans notre projet, c'était considéré comme un énorme projet et il était doté de deux systèmes de surveillance et de suivi.

Dans ce projet il ya deux type de contrôle principale :

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

## 10.1 WARTSILA

C'est un programme utilisé pour le contrôle d'éléments dans la station. Il est composé par 2 parts. Le WISE et le WOIS permettent le monitoring, la gestion ainsi que le contrôle des équipements de la station.

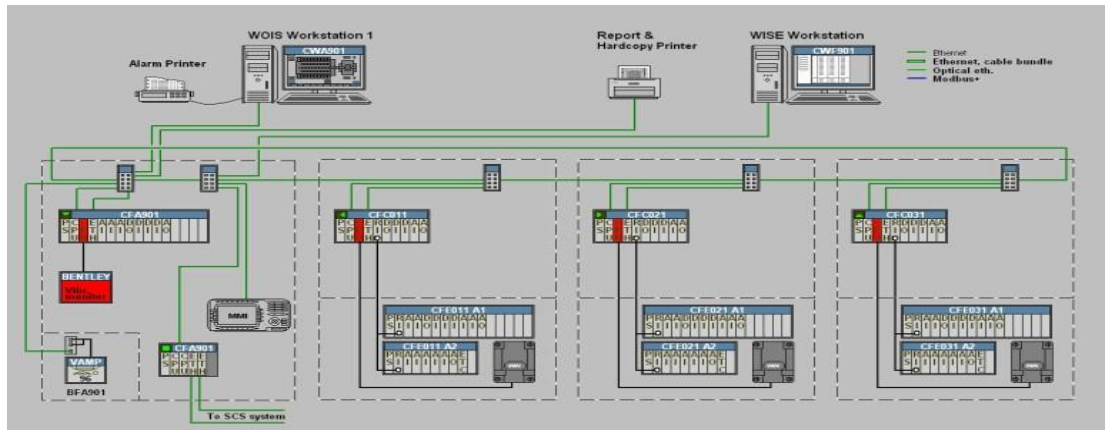


Figure (I.20) :le réseau de control WARTSILA

### 10.1.1 PRESENTATION DU WISE :

Le poste de travail WISE (Wärtsilä Interface System Environnement) est utilisé pour le suivi de la production de charge, l'état du moteur ainsi que pour le diagnostic à long terme du moteur. Le WISE calcule et sauvegarde d'importantes valeurs de mesure, et permet à l'opérateur de visualiser et d'imprimer des rapports. Il prend les informations du WOIS (voir figure ci-dessous). Le système de rapport calcule et affiche des rapports de production quotidienne, mensuelle et annuelle de la puissance générée et de la consommation de combustible. Les rapports de production incluent des valeurs minimale, maximale et moyenne. Le WISE fournit des rapports quotidiens de différentes valeurs mesurées, telles que des températures, les différentes tensions et puissances. Paraison objective par rapport à la valeur contractuelle contenue dans le contrat de performance Nous avons ainsi pu déterminer l'état des groupes après un an de fonctionnement ainsi que l'énergie totale produite/consommée et injectée sur le réseau depuis la mise en service de la station

### 10.1.2 PRESENTATION DU WOIS :

Le poste WOIS (WARTSILA OPERATOR ENGINE SYSTEME) est un poste de travail utilisé pour surveiller l'état et les principales données de la station. Il est composé d'un environnement de système d'exploitation Microsoft Windows XP Professional installé sur plusieurs ordinateurs, d'une interface homme/machine capable de traiter des fonctions et logiciels, et d'un logiciel de communication pour le réseau. Il offre la possibilité de visualiser les informations, de ce fait simplifiant le travail de l'opérateur. IL est également utilisé pour la surveillance des moteurs et des

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

systèmes auxiliaires. Les écrans de procédé sont des illustrations graphiques avec les valeurs mesurées et les informations sur les états des systèmes de la station. Les écrans de procédé se composent d'une vue de la station, de vues communes ainsi que de vues se rapportant plus spécifiquement aux groupes. Un affichage de tendance est disponible pour chaque valeur analogique. Les alarmes se produisant dans la centrale sont affichées sur la liste d'alarmes. La figure résume les équipements composant le système d'automatisation de la station et indique l'emplacement du WOIS dans le système.

## 10.1.3 Les composant principal de Système :

Cette système est constitue par

- **Panneau de commande**

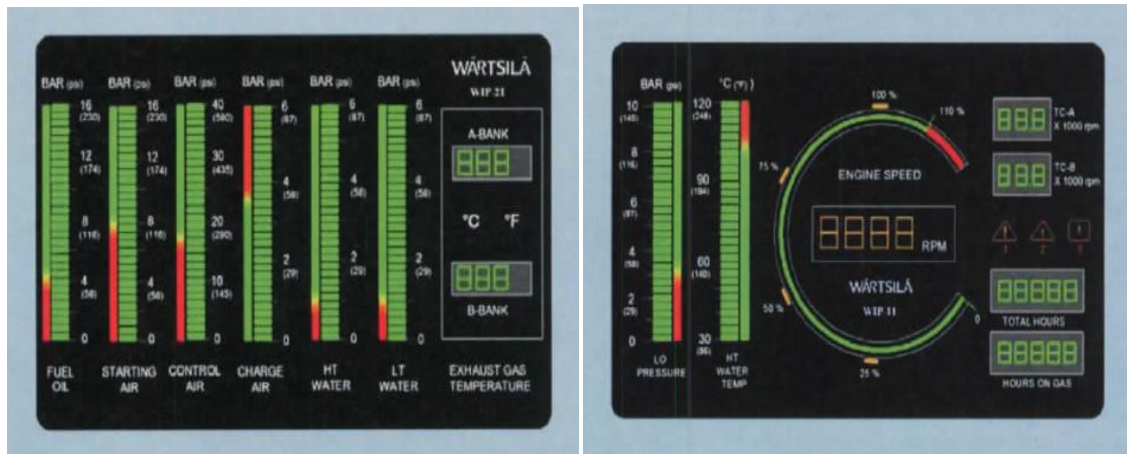


Figure (I.21) : LPC

- **Module de sécurité du moteur (ESM)**

Gère la sécurité fondamentale du moteur, et constitue l'interface avec les dispositifs d'arrêt d'urgence et certains instruments locaux (mesure de vitesse).



Figure (I.22) : ESM

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

- **Module de distribution de courant (PDM)**

L'objectif du module est de distribuer l'alimentation électrique à tout l'équipement électronique du moteur.

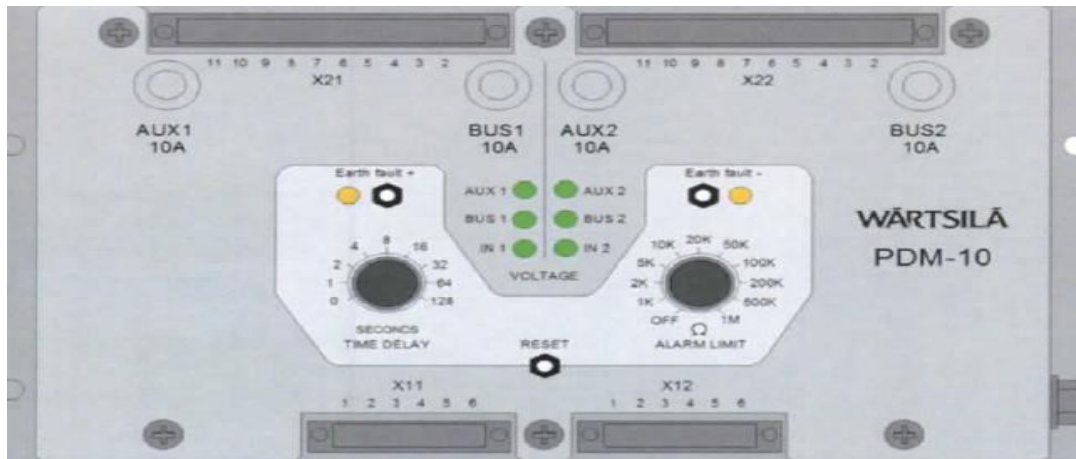


Figure (I.23) : PDM

## 10.2 LOOPS AUTOMTION

Ce programme est utilise le long de la ligne de projet mémé l information est presque interdite et n est pas utilisable gratuitement.

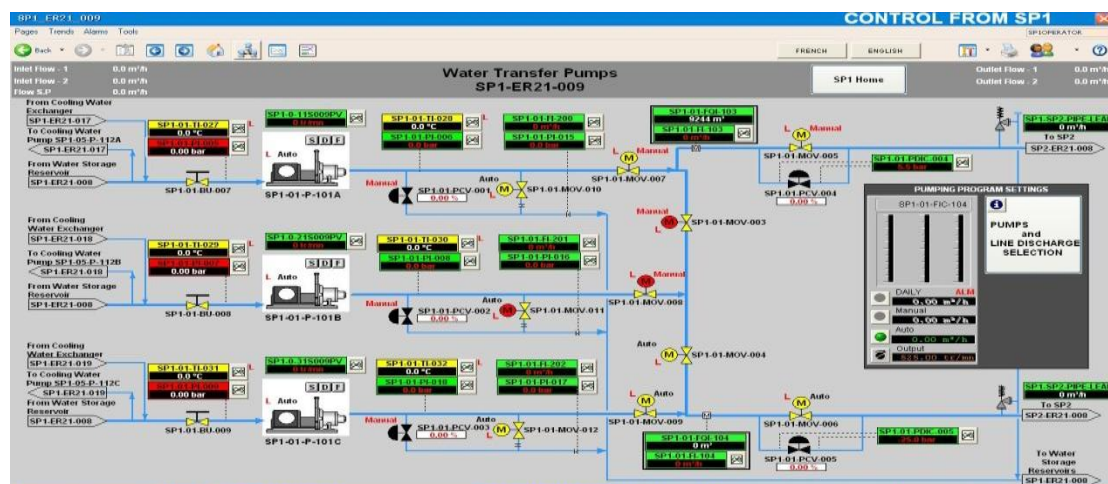


Figure (I.24) contrôle de SP avec LOOPS AUTOMTION



# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

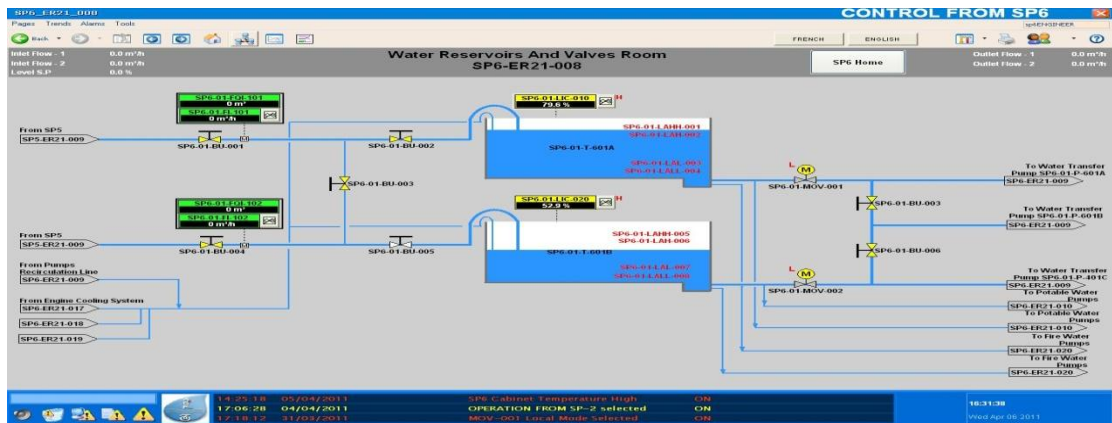


Figure (I.25) : les réservoirs 2000 à l'entrée de SP

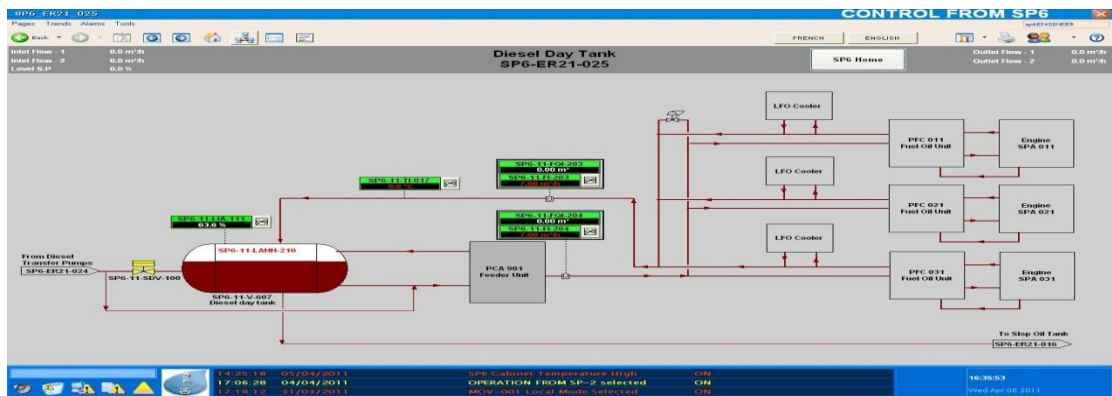


Figure (I.26) : contrôle réseau de cabrillon avec LOOPS AUTOMTION

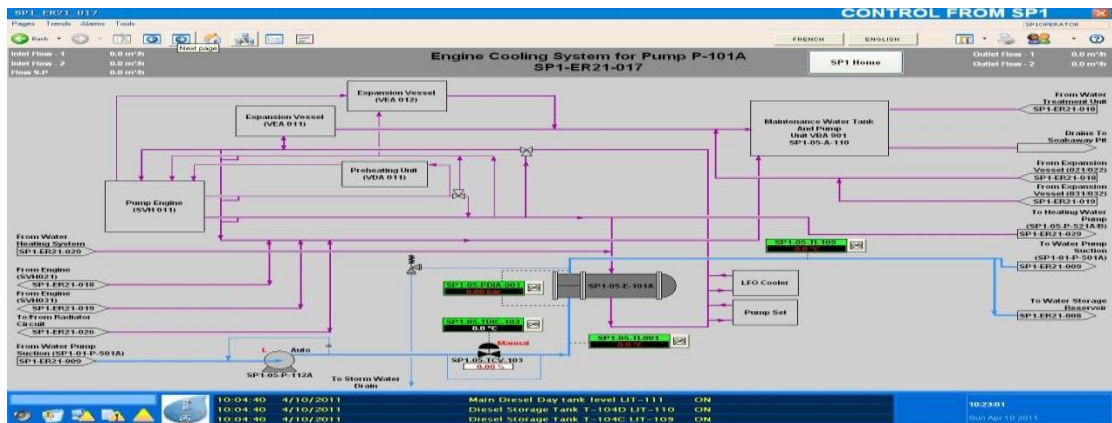


Figure (I.27) : contrôle réseau avec LOOPS AUTOMTION

# Chapitre I : présentation de projet d'AEP de TAMANRASSET à partir d'IN SALAH

---

## 10.3 Conclusion

Malgré ces efforts et les énormes énergies investies pour atteindre le parfait adepte, mais chaque programme est défectueux car il nous est tolérant dans ce projet, nous avons constaté que ces programmes ne sont pas spéculatifs tout au long du projet et ne sont pas comparables à l'augmentation.



## **Chapitres II :**

### **Analyse fonctionnelle de la station de pompage**

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

## 1 GENERALITE

Les pompes sont des machines destinées à accroître l'énergie des fluides pompés en vue de provoquer leur déplacement dans des circuits comportant généralement une élévation de niveau (hauteur géométrique). Une augmentation de pression (hauteur de charge) et vaincre les pertes de charge le long du parcours. La présence d'une pompe dans un circuit se traduit par un relèvement ponctuel de la ligne de charge pour permettre l'écoulement du fluide toujours dans le sens de l'abaissement de la ligne de charge

Le nombre de pompe retenu est généralement fonction des besoins (débit) et de leurs évolutions en exploitation projetée et du nombre de secours.

## 2 RELEVEMENT DIRECT :

Ce cas le plus courant est parfaitement adapté pour une installation à débit sensiblement constant. L'étude réservée à ce sujet a donné plusieurs inconvénients

- Puissance absorbée par les groupes électropompes importante.
- Dimensions des groupes électropompes importante.
- Hauteur manométrique importante.
- Épaisseurs des conduites importantes.

Donc il est impératif de choisir le relèvement en plusieurs temps.

## 3 RELEVEMENT EN PLUSIEURS TEMPS

### 3.1 Nombre de station

La hauteur manométrique en aval de la station c'est 114.5 bar.

La pression en amont de la station (charge de la station) = 5 bars

$$H_{st} = 114.5 - 5 = 109.5 \text{ bars} = 1095 \text{ m}$$

$$N_{st} = H_{inst} / h_{st} \longrightarrow \text{(Equ 3.1)}$$

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$$= 6100.75 / 1095 = 5,57146119$$

On prend en excès  $N_{st} = 6$  pour que le débit exigé soit assuré.

En plus il faut choisir la solution la plus économique. L'importance des investissements d'une installation de pipe line

## 3.2 Positionnements des stations de pompe

Connaissant la charge des S.P et le profil au long de la ligne, on peut déterminer les position des ces station pour avoir une homogénéité par fait des station on a procédé comme suite d'après la FOMBARK IS CAWRMULE qui déterminer le nombre de station de pompage en peut calculé facilement le Hst

$$\text{Hst} = H_{ins} / 6 = 1016,79167 \text{ m}$$

D'autre part  $H_{st} = j \cdot x$  ;  $X = H_{st} / j$  ;  $j$  : perte de charge

$X$  = la distance entre 2 stations de pompage

On projette Hst suivant l'échelle sur le profil et on joignant les 2 point trouvés Hst avec « X » en respectent la pression an amont de la station de pompage qui est égal à 5 bars .

(50m) : dans ce cas on peut dire que c'est le point exacte de les calcules ont donnée les résultats

SP1 : situé PK214

SP2 : situé au PK 314

SP3 : situé au PK389

SP4 : situé au PK 505

SP5 : situé au PK664

SP6 : situé au PK709

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

## 4 NOMBRE DES POMPES PAR STATION

Les pompe peuvent être prise identique ou différentes selon les besoin.

C'est généralement en considérant le plus petit débit normal nécessaire que l'on choisit l'unité de base (ou la plus petit pompe).

Compte tenu du débit maximum normal on déterminer le nombre total de pompes à installer et leur module dans le cas ou elles sont différent. Ce nombre peut être inspiré de l'existence de paliers de débit à réaliser par étapes successives.

On choisi de prendre (02) deux pompe par station cela veut dire que chacun refoule la moitié du débit exigé.

$$Q/2 = Q' = 1, 15740741/2 = 0,5787037 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_{\text{inst}} = 1017 \text{ m}$$

- Vitesse spécifique

$$N_s = NQ^{1/2} / H^{3/4} \longrightarrow \text{(Equ 3.2)}$$

$$N_s = 3000 \cdot 0,5787037^{1/2} / 1017^{3/4} = 12,6723941 \text{ tr/mn}$$

1ere cas : pour 2 Roues

$$N_s = 3000 \cdot 0,6575^{1/2} / (570,42 / 2)^{3/4} = 21,3123416 \text{ tr/mn}$$

2ere cas : pour 3 Roues

$$N_s = 3000 \cdot 0,6575^{1/2} / (570,42 / 3)^{3/4} = 28,8868118 \text{ tr/mn}$$

Donne chaque étapes de pompage fournit un hauteur

$$H_{\text{mi}} = H / 3 = 338,930556 \text{ m}$$

3ere cas : pour 4 Roues

$$N_s = 3000 \cdot 0,6575^{1/2} / (570,42 / 4)^{3/4} = 35,8429432 \text{ tr/mn}$$

Donne chaque étapes de pompage fournit un hauteur

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$$H_{mi} = H/4 = 254,197917 \text{ m}$$

Donne la pompe appartient à la classe  $25 < N_s < 40$ .

## 5 CALCUL DES PARAMETRES DE LA POMPE

### 5.1 caractéristiques géométriques

STEPANOFE a proposé les éléments pour les voisinage  $N_s = 30 \text{ tr/mn}$

$$K_u = 1,0 \quad K_3 = 0,29$$

#### 5.1.1 A la sortie de la roue

- Vitesse périphérique à la sortie de la roue.

$K_u$  = constant de la vitesse : c'est un coefficient qui traduit l'influence.

$du$  = frottement et de la viscosité varie entre 0,96 et 1

$$U_2 = K_u (n \cdot g \cdot h)^{1/2}$$

$$U_2 = 1(4 \cdot 9,81 \cdot 1017)^{1/2} = 99,8837825 \text{ m/s}$$

- **Diamètre extérieure de la roue :**

$$U_2 = 3,14 \cdot D_2 \cdot N/60 \quad D_2 = 60 \cdot U_2 / 3,14 \cdot N$$

$$D_2 = 0,135 \text{ m}$$

- **Vitesse débitent a la sortie de la roue**

$$V_{m2} = K_{m2} (2gh)^{1/2} \quad K_{m2} = 0,135 \text{ ( d'après la graphe )}$$

$$V_{m2} = 9,53484749 \text{ m/s}$$

- **Largeurs de l'aube à la sortie de la roue**

$$b_2 = Q_t \cdot (t_4 + \ell_2/t_4) / 3,14 \cdot V_{m2} \cdot D_2 \longrightarrow \text{(Equ 3.3)}$$

$Q_t$  : débit nominal majorée de pertes a cause de l'effet de retriement du surface d'écoulement due à l'épaisseur

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$t_4$  = pas de l'aube

$$t_2 = 3,14 D_4 / Z$$

$Z$  = nombre d'aube  $6 < Z < 12$

On prend  $Z = 10$

$\ell_2$  : épaisseur de l'aube mesurer a la tangente à l'entrée

On prend  $\ell_2 = 6$  mm

Et on a  $1,02 < (t_4 + \ell_2) / t_4 < 1,2$

$$t_2 = 0,19976756 \text{ m} \quad ; \quad (t_4 + \ell_2) / t_4 = 1,03003491$$

Si on estime les pertes à 4%

$$Q_t = 1,04Q = 1,04 \cdot 0,5787037 = 0,60185185 \text{ m}^3/\text{s}$$

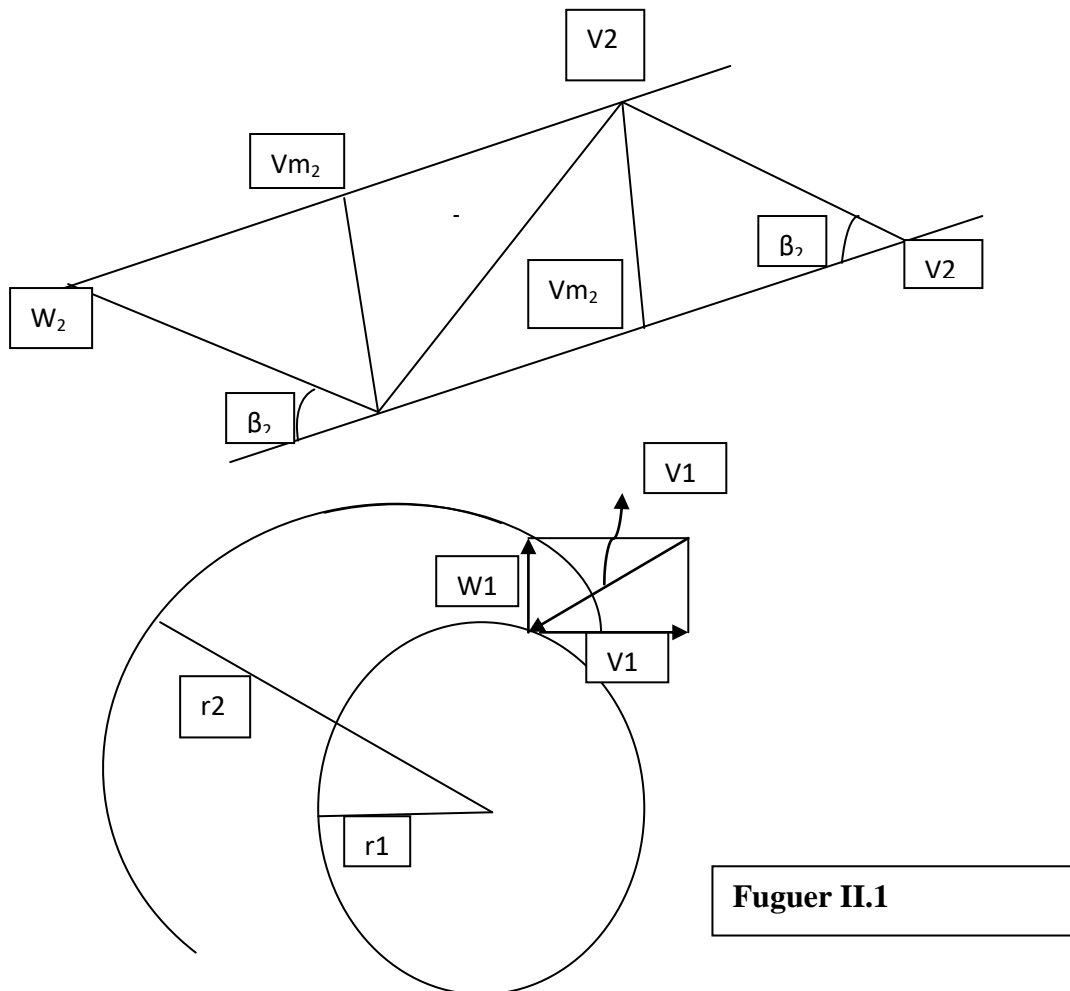
$$b_2 = 0,03254639 \text{ m} = 33 \text{ mm}$$

## 5.1.2 A l'entre de la roue :

- Diamètre à l'intérieure de la roue pour une roue à petit  
 $N_s = 0,3 \quad 0 < D_1/D_2 < = 0,4$

$$D_1/D_2 = 0,4 \quad D_2 = 0,636 \text{ m} \quad ; \quad \text{on prend } D_1 = 0,25448097\text{m}$$

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage



**Fuguer II.1**

Triangle des vitesses à la sortie et à l'entrée de la roue d'une pompe centrifuge

- Vitesse périphérique :  $U_1$   
 $U_1 = 3,14 \cdot D_1 \cdot N/60 = 39,953513 \text{ m/s}$
- Vitesse débitante à l'entrée  
 $V_{m1} = K_{m1} (2gh)^{1/2} = 12,006845$

D'après le tableau en tire  $K_{m1}$  :  $K_{m1} = 0,17$

- Largeurs de l'aube à l'entrée de la roue

A cause de l'effet de retracement de surface d'écoulement due à l'épaisseur de l'aube



# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

$$b_1 = Q_t (t_1 + \ell_1) / V_{m1} \cdot D_1 \cdot 3,14 \cdot t_1$$

$$t_1 = 3,14 \cdot D_1 / Z = 3,14 \cdot (0,25448097 / 10) = 0,080 \text{ m} = 80 \text{ mm}$$

$$Z = 10 ; t_1 + \ell_1 / t_1 = 80 + 10 / 80 = 1,12514544$$

$$1,1 < t_1 + \ell_1 / t_1 < 1,25$$

$$b_1 = 0,684 / 17,98 \cdot 0,270 \cdot 3,14 \cdot 1,12 = 0,07058045 \text{ m} = 71 \text{ mm}$$

- Diamètre du moyeu

$$V_{m0} = V_{m1} = 12,006845 \text{ m/s}$$

$$V_{m0} = 4Q_t / (D_1^2 - D_{\text{moy}}^2) \longrightarrow \text{(Equ 3.4)}$$

$$D_{\text{moy}} = (D_1^2 - 4Q_t / V_{m0})^{1/2} \longrightarrow \text{(Equ 3.5)}$$

$$D_{\text{moy}} = (0,25^2 - 4 \cdot 0,6018519 / 12,006845)^{1/2} = 0,2269297 \text{ m}$$

$$D_{\text{moy}} = 0,2269297 \text{ m} = 22,7 \text{ mm}$$

## 5.2 Triangle des vitesses

### 5.2.1 A l'entrée de la roue

$$U_1 = 39,953513 \text{ m/s} \text{ déjà calculer}$$

La circulation des liquide à l'entrée de la roue de la pompe centrifuge est nulle cela suppose que le vecteur de vitesse absolue  $V_1$  forme avec le vecteur vitesse tangentielle  $U_1$  un angle droit au voisinage de  $90^\circ$  donne pour obtenir des hauteur élevé à l'aide d'une pompe

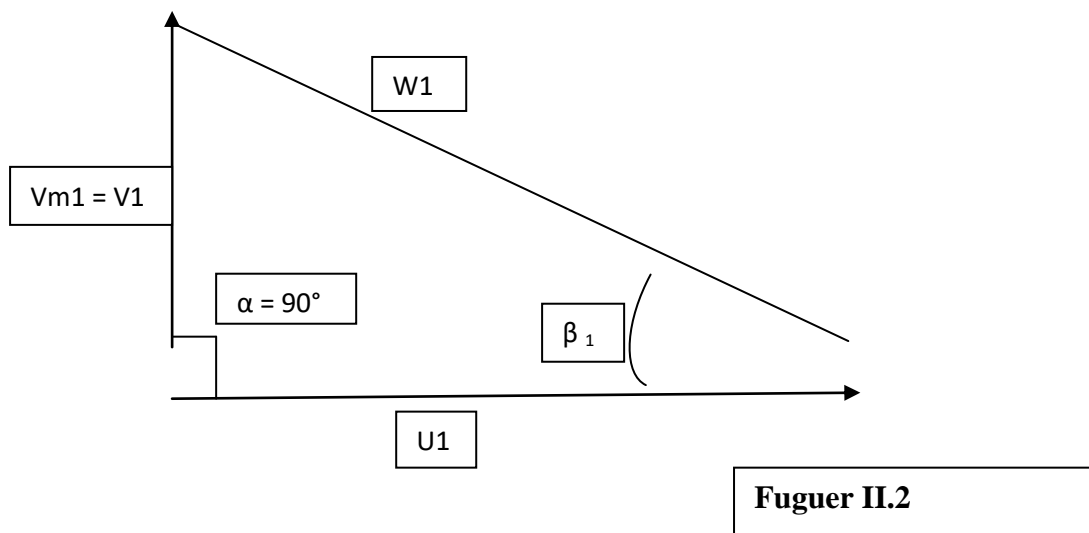
- L'angle d'inclinaison de l'aube à l'entrée

$$\beta_1 = \text{artg} (V_1 / U_1) = \text{artg} (17,98 / 39,953513) = 24,2288415 = 25^\circ$$

- Vitesse relative du fluide.

$$W_1 = (V_1^2 + U_1^2)^{1/2} = (17,98^2 + 39,953513^2)^{1/2} = 43,8128246 \text{ m/s}$$

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage



## 5.2.2 A la sortie de la roue

- Vitesse périphérique

$U_2 = 99,8837825 \text{ m/s}$  Déjà calculer

- Angle d'inclinaison de l'aube

Les pompe centrifuge sont avec des aubes courbées vers l'arrière avec des angles  $\beta_2$  compris  $15^\circ$  et  $30^\circ$   $15 < \beta_2 < 30$

Et ces pompe sont plus économique est par conséquent plus rentable.

On suppose donné  $\beta_2 = 30^\circ$

- Vitesse absolue :

$V_2 = (V_{m2}^2 + V_{u2}^2)^{1/2} = ?$   $V_{m2} = 9,53484749$

$V_{u2} =$  projection de  $V_2$  sur la ligne d'action  $d_2$   $U_2$

$V_{u2} = U_2 - (V_{m2} / \text{tg } \beta_2) = 99,883782 - (9,5348475 / \text{tg } 30^\circ) = 83,36 \text{ m/s}$

# Chapitrer II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

$$V_{u2} = 83.36 \text{ m/s}$$

$$V_2 = (V_{m2}^2 + V_{u2}^2)^{1/2} = ((9,53484749)^2 + 83.36^2)^{1/2} = 83,903533 \text{ m/s}$$

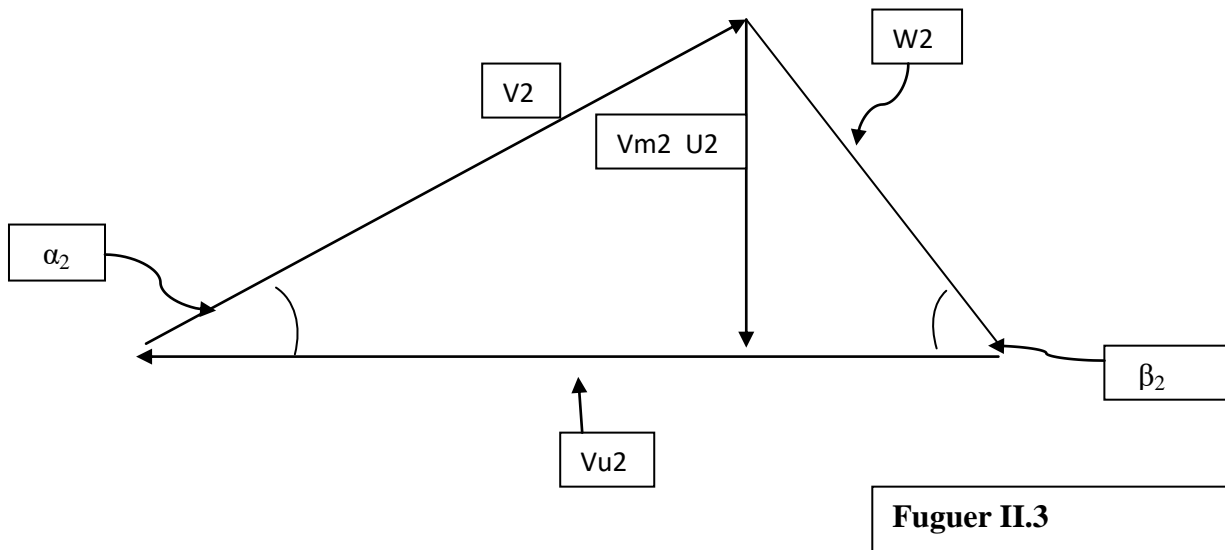
- Vitesse relative

$$W_2 = V_{m2} / \sin \beta_2 = 9,53484749 / \sin 30 = 19.07 \text{ m/s}$$

- L'angle  $\alpha_2$

$$\alpha_2 = \arcsin (V_{m2} / v_2) = \arcsin (9,53484749 / 83,903533) = 6.525$$

$$\alpha_2 = 6.525^\circ \text{ on prend } \alpha_2 = 7^\circ$$



## 5.3 Type et nombre des aubes

### 5.3.1 vérification du choix du nombre des aubes

Nous avons pris  $Z = 10$  aubes d'après STEPANOFE

$Z = \text{nombre d'aube} = \text{valeur de } \beta_2 \text{ en degrés} / 3 \text{ avec } \beta_2 = 30^\circ$

$$Z = \beta_2 / 3 = 30 / 3 = 10 \text{ aubes}$$

### 5.3.2 Rayon de courbure d'aube

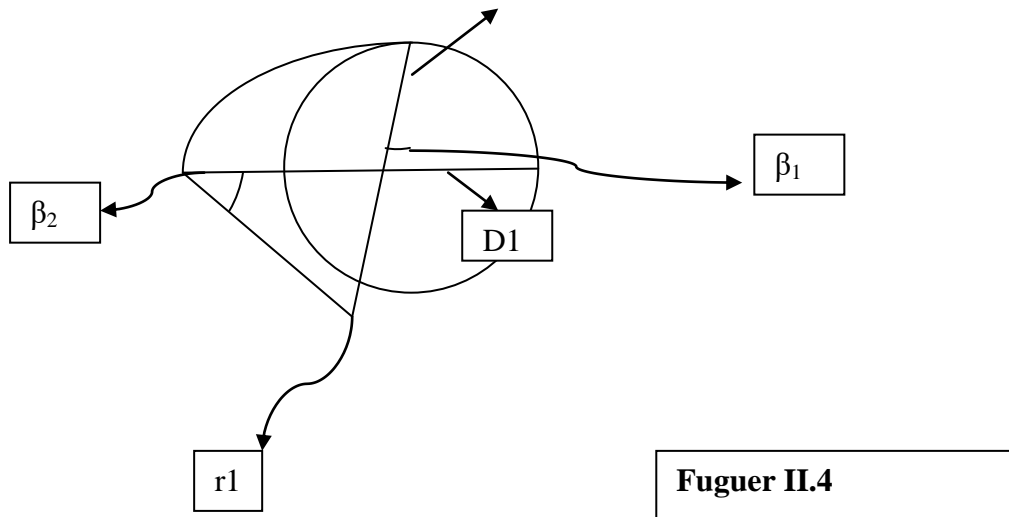
$$r = R_2^2 / 2 (R_2 \cos \beta_2 - R_1 \cos \beta_1) \longrightarrow \text{(Equ 3.6)}$$

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$$r = 0,336^2 + 0,135^2 / 2 (0,336 \cos 30 - 0,135 \cos 25)$$

$$r = 0,0947 / 0,537 = 0,996 \text{ m} = 996 \text{ mm}$$



### 5.3.3 Épaisseur de l'aube :

L'épaisseur des aubes n'exige pas de calcul spécial

## 5.4 Calcul des volutes $\pi$

### 5.4.1 calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres des sections de la volute sera fait en divisant en « n » parties égales ; chaque partie dans la section finale a un diamètre final  $d_i$  qui collecte  $i/n$  de débit refoulé :

$$V_3 \pi d_i^2 / 4 = i / n \longrightarrow d_i = (i / n \cdot 4Q / \pi \cdot V_3)^{1/2} \longrightarrow \text{(Equ 3.7)}$$

Où  $V_3$  = vitesse d'écoulement

Les meilleures pompes modernes sont tracées avec une vitesse moyenne  $C_t$  pour toute section de la volute. Cette vitesse est déterminée expérimentalement

$$V_3 = K_3 (2g \cdot h)^{1/2} \longrightarrow \text{(Equ 3.8)}$$

Avec  $K_3 = 0,29$  . d'après STEPANOFE

$$V_3 = 0,29 (2 \cdot 9,81 \cdot 254,25)^{1/2} = 20,48 \text{ m/s}$$

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$Q = 0,5787037 \text{ m}^3/\text{s}$       débit nominal

$V_3 = 20,48 \text{ m/s}$

## 5.4.2 Diamètre intérieure de la volute

Soit  $D_3$  : le  $\phi$  intérieure de la volute

$D_3 = (D_2 + D_2/30) = D_2 (1 + 1/30) = 0,6362024 (1 + 1/30) = 0,657 = 0,7 \text{ m}$

$D_3 = 0,7 \text{ m} = 700 \text{ mm}$

$\phi$  de la dernière section  $0,165 \text{ m}$  : le  $\phi$  normaliser sera  $= 0,160$  ou  $0,177 \text{ m}$

## 6 POINT DE FONCTIONNEMENT

### 6.1 Généralité

Le point de fonctionnement réel est toujours situé à l'intersection de la courbe caractéristique du réseau et de la courbe caractéristique de la pompe cette dernière est bien définie. Est présente peu de variation (à l'antérieure des tolérance admises par le code d'essais et de réception).

Par contre la courbe caractéristique du réseau peut présenter des écarte importants par rapport aux prévision. Ces écarts résultants généralement du calcul des pertes se charge des conduit et accessoire pour lesquels les coefficients choisis ne correspondent pas à la réalité (nature des accessoire. Etat des conduit) et de la prise en compte d'une hauteur de sécurité (qui peut le plus peut le moins). Le point d'interdiction supposé plus ou moins graves ou de fonctionnement impossible souvent mis sur le compte de pompe

### 6.2 Caractéristique des conduits

On appelle le caractéristique d'une conduite la courbe qui représente pour une canalisation de diamètre  $D$  et de longueur  $L$ . les variation de la perte de charge totale en fonction du débit.

C'est la traduction dans un système de coordonnées  $JQ$  de l'expression

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$$J = e \frac{Q^2}{D^5} \longrightarrow \text{(Equ 3.9)}$$

Cette notion mettant notamment en jeu la longueur totale L de la conduite. Nous pouvons dire que l'expression de Q à l'extrémité de la conduite. Pour tout autre point de la canalisation. La courbe serait différente, puisque L ne serait plus le même.

Cette courbe permet également de faire apparaître la résistance de la conduite  $\frac{J}{Q^2}$  qui sera d'autant plus grande que la concavité de la courbe sera plus accentuée

## 6.3 méthode de trace de la courbe du point de fonctionnement

$$\text{On a } \Delta H = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) Q^2 \longrightarrow \text{(Equ 3.10)}$$

$$\text{Soit } K = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \longrightarrow \text{(Equ 3.11)}$$

Donne  $\Delta H = K Q^2$  c'est la courbe caractéristique de la conduite

La courbe caractéristique des pompe est débit des tableaux précédemment calculer c'est-à-dire  $\Delta H = f(Q)$

Le point de rencontre des deux courbes est le point de fonctionnement :

- pour les calculs (voir les tableaux)
- Le point de fonctionnement globale
- Le cas d'avarie

## 6.4 Caractéristique d'une conduite

### 6.4.1 Conduite : SP1 – SP2

La courbe est de la fonction :  $f(q) \rightarrow \Delta H = K_1 Q$

$$K_1 = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \text{ tallque } \lambda = 0.0138 \cdot L = 100 \text{ km} \cdot D = 800 \text{ mm}$$

$$\rightarrow K_1 = 17,87077$$

### 6.4.2 Conduite : SP2 – SP3

La courbe est de la fonction :  $f(q) \rightarrow \Delta H = K_2 Q$

$$K_2 = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \text{ tallque } \lambda = 0.0138 \cdot L = 75 \text{ km} \cdot D = 800 \text{ mm}$$

# Chapitrer II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

---

$$\rightarrow K_2 = 13,403079$$

## 6.4.3 Conduite : SP3 – SP4

La courbe est de la fonction :  $f(q) \rightarrow \Delta H = K_2 Q$

$$K_3 = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \text{ tellque } \lambda = 0.0138 \quad L = 116 \text{ km} \quad D = 700 \text{ mm}$$

$$\rightarrow K_3 = 20,7300956$$

## 6.4.4 Conduite : SP4 – SP5

La courbe est de la fonction :  $f(q) \rightarrow \Delta H = K_2 Q$

$$K_4 = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \text{ tellque } \lambda = 0.0138 \quad L = 159 \text{ km} \quad D = 800 \text{ mm}$$

$$\rightarrow K_4 = 32,4737458$$

## 6.4.5 Conduite : SP5 – SP6

La courbe est de la fonction :  $f(q) \rightarrow \Delta H = K_2 Q$

$$K_5 = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \text{ tellque } \lambda = 0.0138 \quad L = 45 \text{ km} \quad D = 800 \text{ mm}$$

$$\rightarrow K_5 = 9,19068277$$

## 6.4.6 Conduite : SP6 – RTm

La courbe est de la fonction :  $f(q) \rightarrow \Delta H = K_2 Q$

$$K_3 = (8 \lambda L / g \cdot 3,14^2 \cdot D) \text{ tallque } \lambda = 0.0138 \quad L = 31 \text{ km} \quad D = 800 \text{ mm}$$

$$\rightarrow K_3 = 6,3313592$$



## Chapitres II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

**Tableau (II.1): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP1-SP2**

Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$
0	0	2400	42889,85292	4800	85779,7058
100	1787,077205	2500	44676,93012	4900	87566,783
200	3574,15441	2600	46464,00733	5000	89353,8602
300	5361,231615	2700	48251,08453	5100	91140,9375
400	7148,30882	2800	50038,16174	5200	92928,0147
500	8935,386025	2900	51825,23894	5300	94715,0919
600	10722,46323	3000	53612,31615	5400	96502,1691
700	12509,54043	3100	55399,39335	5500	98289,2463
800	14296,61764	3200	57186,47056	5600	100076,323
900	16083,69484	3300	58973,54776	5700	101863,401
1000	17870,77205	3400	60760,62497	5800	103650,478
1100	19657,84925	3500	62547,70217	5900	105437,555
1200	21444,92646	3600	64334,77938	6000	107224,632
1300	23232,00366	3700	66121,85658	6100	109011,71
1400	25019,08087	3800	67908,93379	6200	110798,787
1500	26806,15807	3900	69696,01099	6300	112585,864
1600	28593,23528	4000	71483,0882	6400	114372,941
1700	30380,31248	4100	73270,1654	6500	116160,018
1800	32167,38969	4200	75057,24261	6600	117947,096
1900	33954,46689	4300	76844,31981	6700	119734,173
2000	35741,5441	4400	78631,39702	6800	121521,25
2100	37528,6213	4500	80418,47422	6900	123308,327
2200	39315,69851	4600	82205,55143	7000	125095,404
2300	41102,77571	4700	83992,62863	7100	126882,482

## Chapitres II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

**Tableau (II.2): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP2-SP3**

Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$
0	0	2400	32167,38969	4800	64334,7794
100	1340,307904	2500	33507,69759	4900	65675,0873
200	2680,615807	2600	34848,0055	5000	67015,3952
300	4020,923711	2700	36188,3134	5100	68355,7031
400	5361,231615	2800	37528,6213	5200	69696,011
500	6701,539519	2900	38868,92921	5300	71036,3189
600	8041,847422	3000	40209,23711	5400	72376,6268
700	9382,155326	3100	41549,54502	5500	73716,9347
800	10722,46323	3200	42889,85292	5600	75057,2426
900	12062,77113	3300	44230,16082	5700	76397,5505
1000	13403,07904	3400	45570,46873	5800	77737,8584
1100	14743,38694	3500	46910,77663	5900	79078,1663
1200	16083,69484	3600	48251,08453	6000	80418,4742
1300	17424,00275	3700	49591,39244	6100	81758,7821
1400	18764,31065	3800	50931,70034	6200	83099,09
1500	20104,61856	3900	52272,00825	6300	84439,3979
1600	21444,92646	4000	53612,31615	6400	85779,7058
1700	22785,23436	4100	54952,62405	6500	87120,0137
1800	24125,54227	4200	56292,93196	6600	88460,3216
1900	25465,85017	4300	57633,23986	6700	89800,6296
2000	26806,15807	4400	58973,54776	6800	91140,9375
2100	28146,46598	4500	60313,85567	6900	92481,2454
2200	29486,77388	4600	61654,16357	7000	93821,5533
2300	30827,08179	4700	62994,47148	7100	95161,8612

## Chapitres II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

**Tableau(II.3): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP3-SP4**

Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$
0	0	2400	49752,22939	4800	99504,4588
100	2073,009558	2500	51825,23894	4900	101577,468
200	4146,019116	2600	53898,2485	5000	103650,478
300	6219,028673	2700	55971,25806	5100	105723,487
400	8292,038231	2800	58044,26762	5200	107796,497
500	10365,04779	2900	60117,27718	5300	109869,507
600	12438,05735	3000	62190,28673	5400	111942,516
700	14511,0669	3100	64263,29629	5500	114015,526
800	16584,07646	3200	66336,30585	5600	116088,535
900	18657,08602	3300	68409,31541	5700	118161,545
1000	20730,09558	3400	70482,32496	5800	120234,554
1100	22803,10514	3500	72555,33452	5900	122307,564
1200	24876,11469	3600	74628,34408	6000	124380,573
1300	26949,12425	3700	76701,35364	6100	126453,583
1400	29022,13381	3800	78774,3632	6200	128526,593
1500	31095,14337	3900	80847,37275	6300	130599,602
1600	33168,15292	4000	82920,38231	6400	132672,612
1700	35241,16248	4100	84993,39187	6500	134745,621
1800	37314,17204	4200	87066,40143	6600	136818,631
1900	39387,1816	4300	89139,41098	6700	138891,64
2000	41460,19116	4400	91212,42054	6800	140964,65
2100	43533,20071	4500	93285,4301	6900	143037,659
2200	45606,21027	4600	95358,43966	7000	145110,669
2300	47679,21983	4700	97431,44922	7100	147183,679

## Chapitres II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

**Tableau(II.4): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP4-SP5**

Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$
0	0	2400	77936,98988	4800	155873,98
100	3247,374578	2500	81184,36445	4900	159121,354
200	6494,749156	2600	84431,73903	5000	162368,729
300	9742,123735	2700	87679,11361	5100	165616,103
400	12989,49831	2800	90926,48819	5200	168863,478
500	16236,87289	2900	94173,86277	5300	172110,853
600	19484,24747	3000	97421,23735	5400	175358,227
700	22731,62205	3100	100668,6119	5500	178605,602
800	25978,99663	3200	103915,9865	5600	181852,976
900	29226,3712	3300	107163,3611	5700	185100,351
1000	32473,74578	3400	110410,7357	5800	188347,726
1100	35721,12036	3500	113658,1102	5900	191595,1
1200	38968,49494	3600	116905,4848	6000	194842,475
1300	42215,86952	3700	120152,8594	6100	198089,849
1400	45463,24409	3800	123400,234	6200	201337,224
1500	48710,61867	3900	126647,6085	6300	204584,598
1600	51957,99325	4000	129894,9831	6400	207831,973
1700	55205,36783	4100	133142,3577	6500	211079,348
1800	58452,74241	4200	136389,7323	6600	214326,722
1900	61700,11699	4300	139637,1069	6700	217574,097
2000	64947,49156	4400	142884,4814	6800	220821,471
2100	68194,86614	4500	146131,856	6900	224068,846
2200	71442,24072	4600	149379,2306	7000	227316,22
2300	74689,6153	4700	152626,6052	7100	230563,595

## Chapitres II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

**Tableau(II.5): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP5-SP6**

Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$
0	0	2400	22057,63864	4800	44115,2773
100	919,0682768	2500	22976,70692	4900	45034,3456
200	1838,136554	2600	23895,7752	5000	45953,4138
300	2757,204831	2700	24814,84347	5100	46872,4821
400	3676,273107	2800	25733,91175	5200	47791,5504
500	4595,341384	2900	26652,98003	5300	48710,6187
600	5514,409661	3000	27572,04831	5400	49629,6869
700	6433,477938	3100	28491,11658	5500	50548,7552
800	7352,546215	3200	29410,18486	5600	51467,8235
900	8271,614492	3300	30329,25314	5700	52386,8918
1000	9190,682768	3400	31248,32141	5800	53305,9601
1100	10109,75105	3500	32167,38969	5900	54225,0283
1200	11028,81932	3600	33086,45797	6000	55144,0966
1300	11947,8876	3700	34005,52624	6100	56063,1649
1400	12866,95588	3800	34924,59452	6200	56982,2332
1500	13786,02415	3900	35843,6628	6300	57901,3014
1600	14705,09243	4000	36762,73107	6400	58820,3697
1700	15624,16071	4100	37681,79935	6500	59739,438
1800	16543,22898	4200	38600,86763	6600	60658,5063
1900	17462,29726	4300	39519,9359	6700	61577,5745
2000	18381,36554	4400	40439,00418	6800	62496,6428
2100	19300,43381	4500	41358,07246	6900	63415,7111
2200	20219,50209	4600	42277,14073	7000	64334,7794
2300	21138,57037	4700	43196,20901	7100	65253,8477

## Chapitres II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

**Tableau(II.6): Pertes de Charges change en termes de debit dans le tronçon SP6-RTm**

Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$	Q	$\Delta H$
0	0	2400	15195,26218	4800	30390,5244
100	633,1359241	2500	15828,3981	4900	31023,6603
200	1266,271848	2600	16461,53403	5000	31656,7962
300	1899,407772	2700	17094,66995	5100	32289,9321
400	2532,543696	2800	17727,80587	5200	32923,0681
500	3165,67962	2900	18360,9418	5300	33556,204
600	3798,815544	3000	18994,07772	5400	34189,3399
700	4431,951468	3100	19627,21365	5500	34822,4758
800	5065,087392	3200	20260,34957	5600	35455,6117
900	5698,223316	3300	20893,48549	5700	36088,7477
1000	6331,359241	3400	21526,62142	5800	36721,8836
1100	6964,495165	3500	22159,75734	5900	37355,0195
1200	7597,631089	3600	22792,89327	6000	37988,1554
1300	8230,767013	3700	23426,02919	6100	38621,2914
1400	8863,902937	3800	24059,16511	6200	39254,4273
1500	9497,038861	3900	24692,30104	6300	39887,5632
1600	10130,17478	4000	25325,43696	6400	40520,6991
1700	10763,31071	4100	25958,57289	6500	41153,8351
1800	11396,44663	4200	26591,70881	6600	41786,971
1900	12029,58256	4300	27224,84473	6700	42420,1069
2000	12662,71848	4400	27857,98066	6800	43053,2428
2100	13295,85441	4500	28491,11658	6900	43686,3788
2200	13928,99033	4600	29124,25251	7000	44319,5147
2300	14562,12625	4700	29757,38843	7100	44952,6506

# Chapitre II : Analyse fonctionnelle de la station de pompage

## 7 CONCLUSION

Dans ce dernier et après ces résultats. On peut dire que ce projet peut se refléter dans la réalité à partir des données considérées et selon les normes du côté mécanique et hydraulique

Bien qu'il y ait quelques légères différences, nous pouvons les ignorer et aller au-delà d'eux et les considérer dans les limites des incarnations et résumer ce travail dans les profile hydraulique



Figure (II.5) : profile hydraulique



## **CHAPITRE III :**

**Proposition de un système automatisé et la télégestion**

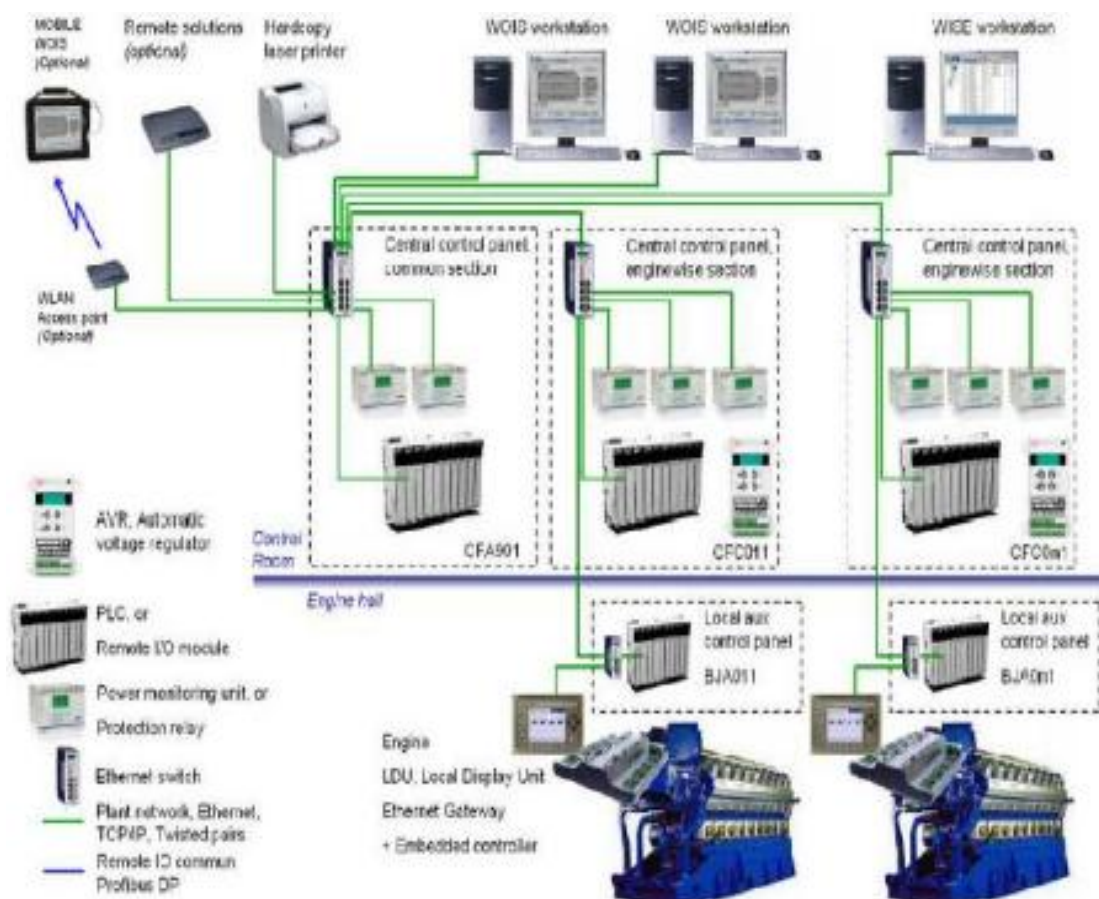
**Du projet**

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

## 1. Introduction :

Le réseau d'adduction chargé du transport de l'eau potable est constitué de nombreux branchements et interconnexions, d'ouvrages de production et de traitement (forages, captages, stations de pompage) et enfin d'infrastructures chargées du stockage et de la distribution de l'eau.

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons aux différentes étapes de la réalisation de la solution que nous proposons. En premier, nous allons effectuer la configuration de logicielle de l'automate pour développer l'interface de supervision et de télégestion en temps réel du transfert.



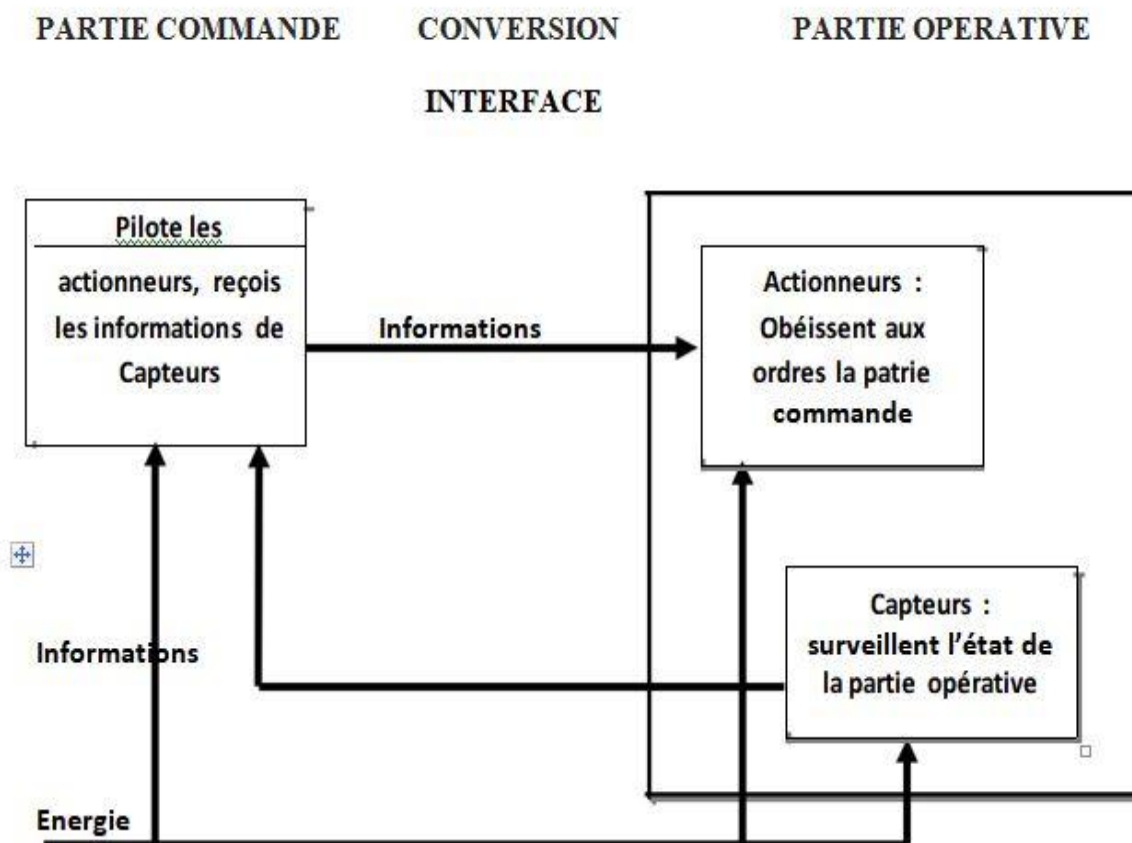
# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

## 2. Outils d'automatisation

L'automatisation d'un système sert principalement à améliorer la sécurité et le confort de l'homme ainsi que la qualité des produits. L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'opérateur humain, des Produits de qualité et ce pour un coût le plus faible possible.

### 2.1. Qu'est-ce qu'un système automatisé ?

Un système automatisé est un ensemble d'éléments qui effectue des actions sans intervention de l'utilisateur: c'est l'opérateur. Celui-ci se contente de donner des ordres de départ et si besoin d'arrêt.



Figure(III.1) : structure d'un système automatisé

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

**-la partie commande (PC :** il s'agit du système automatisé qui permet à l'opérateur d'établir le programme qui va gérer le traitement des informations. Elle joue le rôle du « cerveau » du système, elle reçoit des informations venant des capteurs et pilote la partie opérative en fonction de ces informations.

**-Interface :** une interface a pour fonction principale de faire le lien entre deux éléments du système (Homme / Machine ou PC / PO).

**-La partie Opérative (P.O) :** il s'agit de la partie du système automatisé qui réalise le travail attendu. Elle exécute les ordres qu'elle reçoit de la partie commande grâce aux actionneurs (moteurs, vérins...) elle possède aussi des capteurs qui permettent de recueillir des informations.

## 2.2. Les éléments constituant un automatisme :

On appelle Automate Programmable Industriel (API) un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (Partie Opérative ou côté actionneur) à partir de données d'entrées de consignes et d'un programme informatique (Partie Commande ou côté capteur).

Les machines ou les installations : C'est le système qui doit être automatisé. Ce système peut être très complexe comme une chaîne de fabrication, un atelier de production ou une usine. Il est également possible d'automatiser des équipements plus simples comme des feux de signalisation, une porte de garage ou un système d'irrigation.

Les capteurs : un système automatisé doit posséder des équipements qui lui donneront des informations sur son environnement extérieur. Les capteurs transforment une grandeur physique (information extérieur) en un signal électrique. On peut distinguer trois types de capteurs : un capteur de niveau, un capteur de température et un capteur de passage. Par exemple, pour la détection d'une automobile à une barrière de péage d'autoroute, nous utiliserons un capteur photoélectrique.

Les actionneurs : permettent d'effectuer des actions sur le système. Ce sont les pompes, les vérins, les moteurs...

## **CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet**

---

Les systèmes de commande de puissance: Pour apporter l'énergie nécessaire aux actionneurs et servir d'intermédiaire avec le système de traitement des données, des équipements spécifiques sont nécessaires, ce sont les systèmes de commande de puissance : contacteurs, disjoncteurs, relais... [17]

Le système de traitement des données: Le cerveau de l'installation, est le système de traitement des données. Après avoir été réalisé à l'aide de relais et de contacteurs auxiliaires, il est maintenant composé d'automates programmables, des plus puissants aux plus compacts. [13]

### **2.3. Automate programmable :**

Un automate programmable est une machine électrique qui permet, comme dans le cas d'une réalisation câblée, de collecter via ses interfaces d'entrée les informations en provenance des capteurs, des interfaces de dialogue et éventuellement d'autres automates. Ensuite, il utilise ces informations pour piloter et surveiller en temps réel le processus industriels.

Dans un système automatisé, l'automate programmable constitue le système de traitement des données, c'est le cerveau de l'installation.

C'est lui qui va décider et effectuer les actions à entreprendre en fonction des informations qui lui sont fournies. En l'occurrence le remplissage des trémies, la direction des convoyeurs et la synchronisation des différentes tâches.

#### **SIMATIC S7-200 :**

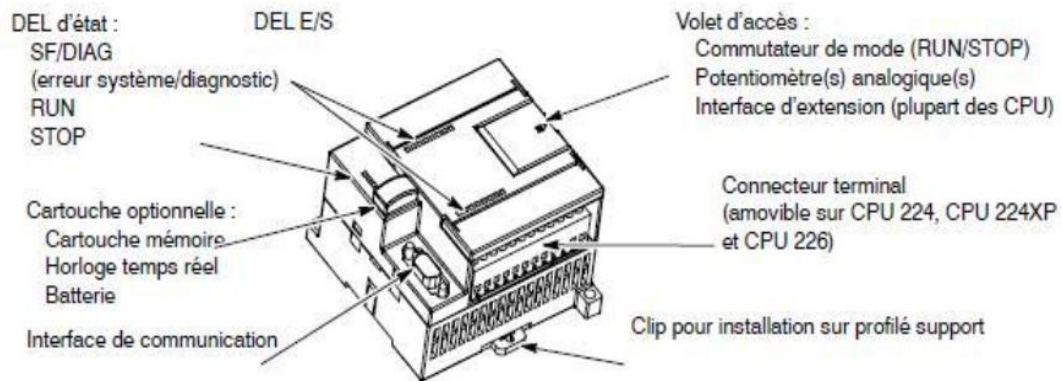
La famille S7-200 est constituée de micro-automates programmables pouvant commander une large gamme d'appareils afin de répondre aux besoins en matière d'automatisation. [16]

Le micro automate SIMATIC S7-200 est compact, performant en terme de temps réel et communicant. Le choix du matériel et l'utilisation du logiciel sont faciles. Il est une véritable alternative économique pour les automatismes. Le puissant logiciel de programmation Micro/WIN contient les outils et langages nécessaires pour toute la gamme S7-200.

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet



Figure(III.2) : S7 200 Micro PLC



Figure(III.3) : Eléments principaux du module d'alimentation et de la CPU

## 2.4. STEP 7-Micro/WIN

### 2.4.1. Présentation

Le progiciel de programmation STEP 7-Micro/WIN fournit un environnement convivial pour concevoir, éditer et surveiller la logique nécessaire à la commande de l'application.

STEP 7-Micro/WIN comprend trois éditeurs de programme, ce qui s'avère très pratique et efficace pour la mise au point du programme de commande de l'application. Pour aider à trouver les informations dont on a besoin, STEP 7-Micro/WIN fournit un système d'aide en ligne complet.

STEP 7-Micro/WIN est un logiciel qui permet l'accès "de base" aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

langages). Il prend également en compte le réseau des automates, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau (pour le programmer).

STEP 7-Micro/WIN est une application logicielle basée sur Windows qui sert à la programmation de l'automate programmable S7-200. Il fournit un ensemble d'outils permettant de programmer l'automate S7-210 soit en liste d'instructions (LIST), soit en schéma à contacts (CONT). [15]

On dispose des matériels et logiciel suivants pour pouvoir utiliser STEP 7-Micro/WIN :

1. Recommandé : un ordinateur personnel (PC)
2. Câble PC/PPI connecté à l'interface de communication (COM)
3. Station de conception de programme
4. Moniteur VGA ou tout moniteur pris en charge par Microsoft Windows
5. Au moins 35 Mo d'espace libre sur le disque dur (recommandé)
6. Microsoft Windows 3.1, Windows pour Workgroups 3.11, Windows 95 ou Windows NT 3.51 Ou version ultérieure
7. Facultatif mais recommandé : souris Microsoft ou toute souris prise en charge par Microsoft Windows.

Le logiciel STEP 7-Micro/WIN est donc un outil de programmation pour les systèmes d'automatisation SIMATIC S7-200.

## 2.4.2. Fonctions de STEP 7-Micro/WIN :

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées avec STEP 7 pour l'automatisation d'un dispositif :

- Configuration et paramétrage du matériel
- Choix de la communication
- Programmation
- Test, mise en service et service
- Documentation, archivage
- Fonctions d'exploitation et de diagnostic

## 2.5. Le matériel utilisé :

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

- Le détecteur de niveau
- Détecteur d'arrêt
- Contacteur
- Relais
- Electrovanne

## 2.6. GRAFCET

### 2.6.1. Introduction

Afin de commencer l'analyse du fonctionnement de l'automatisme du système, on adaptera le GRAFCET qui est un mode de représentation qui aide à le décomposer en étapes. Cette analyse se fera en deux parties, l'une d'un programme principal, et l'autre d'un sous-programme.

### 2.6.2. Programme principal

Ce GRAFCET détaillera l'analyse du fonctionnement des convoyeurs liés directement aux trémies, en expliquant la synchronisation de leur marche et de leur arrêt, et la détection des anomalies au niveau du système.

- **le champ de captant**

Cahier de charge :

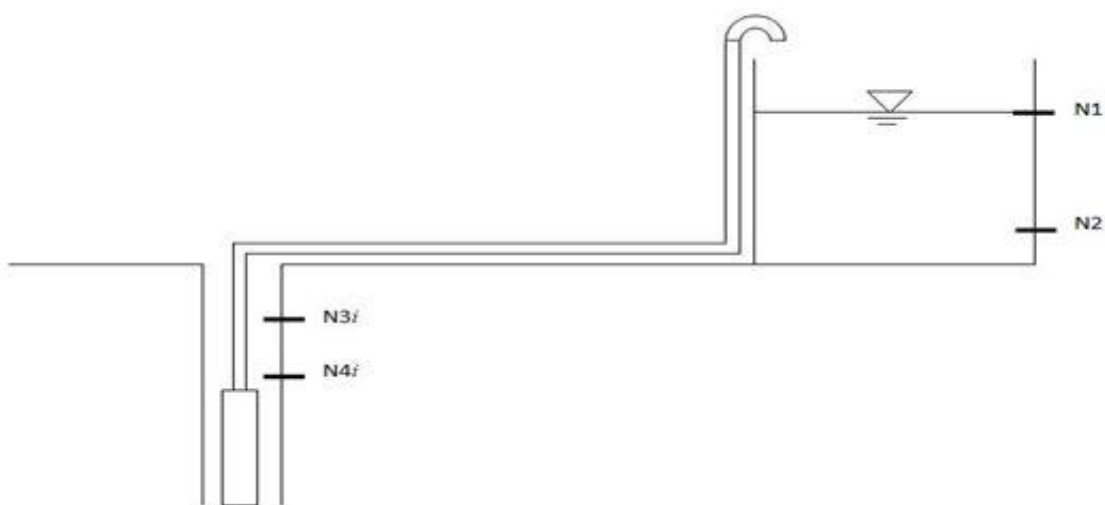


Figure (III.4) : schéma représente les éléments de base dans le CC



## CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

Dans le Champ de captant, nous avons un réservoir RT qui tire sa charge de 24 forages, Nous avons suggéré que ce processus soit automatisé, basé principalement sur les informations suivantes :

- Si le réservoir est au niveau N1, toutes les pompes doivent être dans un état confortable
- Si le niveau d'eau dans le réservoir descend à N2, toutes les pompes commencent à fonctionner pour commencer la plénitude du réservoir jusqu'à N1 pour arrêter les gencives après que
- D'autre part, si le niveau d'eau tombe dans le puits du n ° 1 jusqu'à ce qu'il atteigne le niveau ... la pompe s'arrête. Retourner au travail si le niveau monte pour atteindre .....

On a :

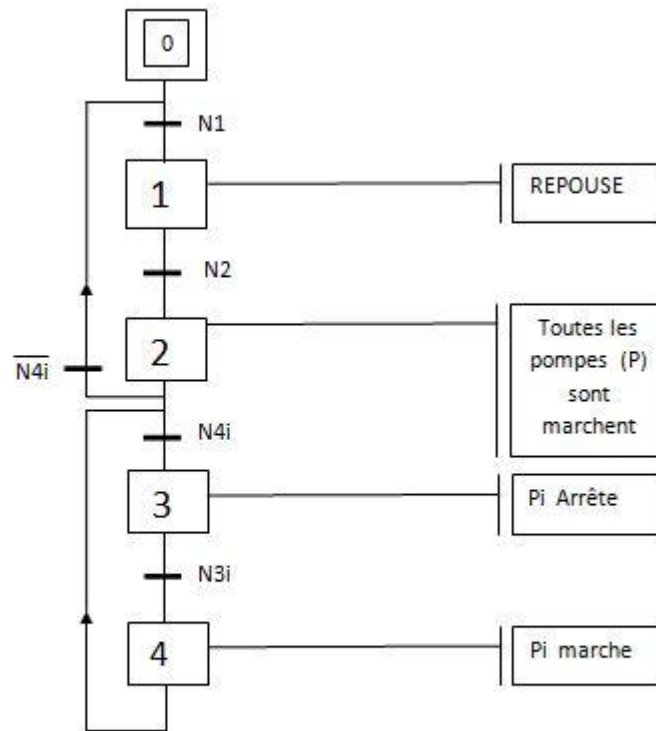
- $N_n$  c'est un capteur de niveau dans le niveau (n)  
Le n de capteur c'est 50 capteur
- $P_i$  c'est un pompe immerger de forage de numéro  $i$  talque  $1 < i < 24$

**Tableau (III.1): Dimontre les equipment d'être ET de reception de base utilise**

l'entre	le sorti
N1	$P_i$
N2	repose
N3	
N4	

- Le schéma de GRAFCET

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet



**Figure (III.5): Structure d automatisme de system d'exploitation**

L'équation de GRAFCET

$$x_0 = \text{Int} + x_0 N_1$$

$$x_1 = x_0 N_1 + x_1 N_2$$

$$x_2 = x_1 N_2 + x_2 N_{4i} + x_2 N_4$$

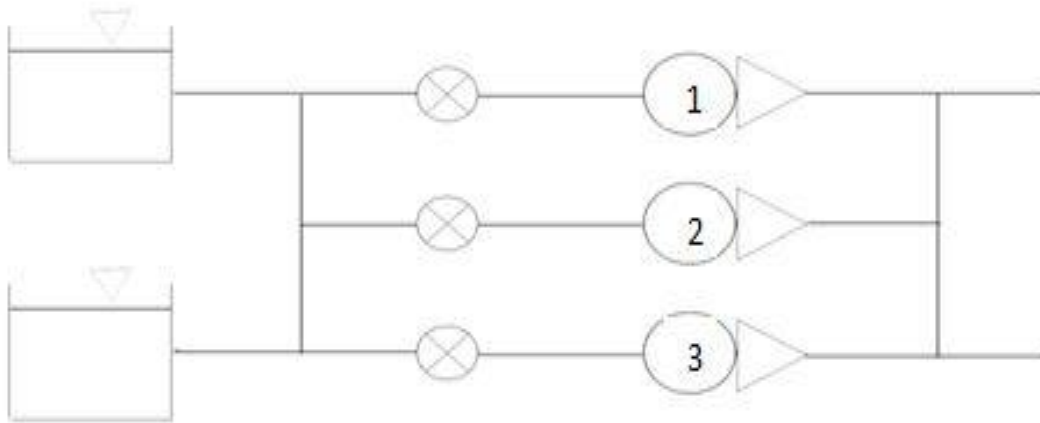
$$x_3 = x_2 N_{4i} + x_3 N_{3i}$$

$$x_4 = x_3 N_{3i} + x_4 N_{4i}$$

- **la station de pompage**
  - Cahier de charge

## CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet


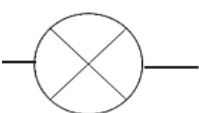

---



**Figure (III.6):schéma représente les éléments de base dans le SP**

Nous avons 6 stations de pompage installées sur une séquence symétrique. A l'intérieur de la station il y a 3 pompes installées parallèlement au système (2 + 1) fonctionnant deux pompes à chaque fois et la troisième dans un état de repos. À la fin de chaque journée, nous constatons que toutes les pompes ont fait le même effort et ont atteint le même rendement.

**Tableau (III.2): Explique les symboles dans le tableau**

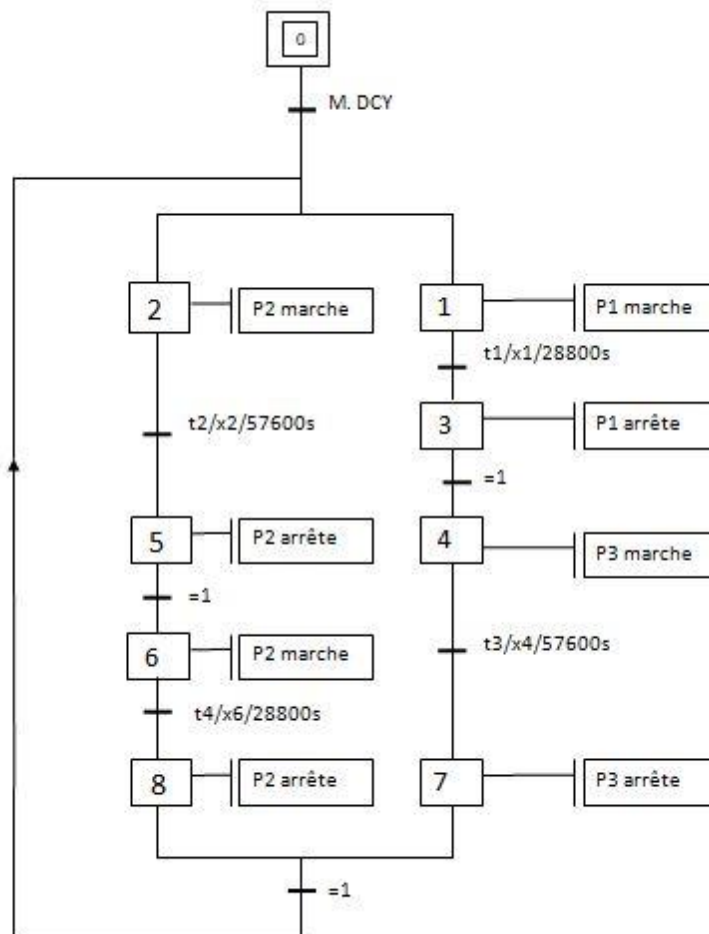
symbole	Les éléments
	→ Pompe
	→Électrovanne (vanne-électrique)
	→ réservoir 2000m

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

**Tableau (III.3):** Démontre les equipment d'être ET de reception de base utilise

l'entre	le sorti
Électronique temporaire ( Xi/ti/dure)	P1 (pompe1+ électrovanne1)
Capteur p1	P2 (pompe2+ électrovanne2)
Capteur p2	P3 (pompe3+ électrovanne3)
Capteur p3	

- Le schéma de GRAFCET



**Figure (III.7) :** Structure d automatisme de station de pompage

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

- L'équation de GRAFCET

$$x_0 = x_0 * \overline{M.DCY}$$

$$x_1 = x_0 * M.DCY + x_1. \overline{t_1/x_2/28800s}$$

$$x_2 = x_0 * M.DCY + x_2. \overline{t_1/x_2/57600s}$$

$$x_3 = x_1. \overline{t_1/x_2/28800s} + x_4$$

$$x_4 = x_3 + x_4. \overline{t_3/x_4/57600s}$$

$$x_5 = x_2. \overline{t_1/x_2/57600s} + x_6$$

$$x_6 = x_5 + x_6. \overline{t_4/x_6/28800s}$$

## 3. Outils de télégestion :

Pour que la station de pompage fonctionne de manière optimale sans aucune intervention des opérateurs sur site, la télégestion devient indispensable, [14]

### **3.1. Qu'est-ce qu'une télégestion?**

Une télégestion est une solution qui permet de piloter à distance et d'optimiser l'exploitation à distance de l'installation automatisée dans sa globalité, et ce la afin :

- D'éviter les pertes d'eau constatées sur les débordements récurrents sur les ouvrages de stockage d'eau ;
- Améliorer le confort et la sécurité des exploitants et utilisateurs ;
- Réaliser des économies d'énergie, éventuellement, apporter une aide aux décisions de gestion et d'investissement.

### **3.2. Qu'est-ce qu'une Interface Homme/ Machine ?**

Une IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle du processus est assuré par le système d'automatisation. [12]

Un système IHM se charge des tâches suivantes :

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

- Représentation du processus : Le processus est représenté sur le pupitre opérateur lorsqu'un état du processus évolue l'affichage du pupitre opérateur est mise à jour]
- Commande du processus : L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique
- Vue des alarmes : Lorsque surviennent des états critiques dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée, par exemple une valeur limite est franchie
- Archivage de valeurs processus et d'alarmes : Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par un système IHM. Ou peut, par exemple, commander la marche processus et accéder ultérieurement aux données de la production évoluée
- Documentation de valeurs processus et d'alarme : les alarmes et valeurs processus peuvent être éditées par le système IHM sous forme de journal. On peut ainsi consulter les données de production a la fin du travail d'une équipe, par exemple
- Gestion des paramètres de processus et de machine : Les paramètres de processus et de machine peuvent être enregistrés au sein du système IHM. Ces paramètres sont alors transférables en une seule opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variante du produit par exemple [14]

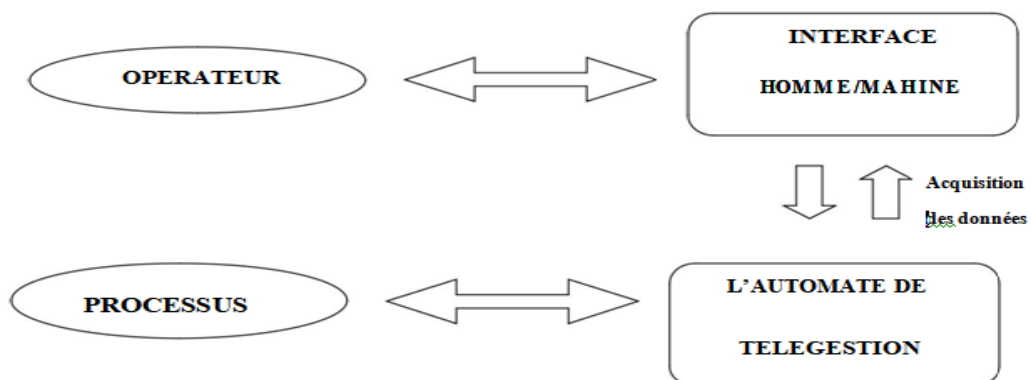


Figure (III.8): L'interface Homme / Machine dans un processus automatisé

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

## 3.3. Logiciel de programmation

Es un langage de programmation, langages de haut niveau, caractérisé par un simple écrit et lu, facile à apprendre, à utiliser un style de programmation orienté objet, open source et évolutive. Il est le langage Python langage explicatif, polyvalent et largement utilisé dans de nombreux domaines, tels que la création de programmes indépendants utilisant des interfaces graphiques connus dans le travail des programmes Web, en plus de son utilisation en tant que script pour contrôler la performance de certains des plus connus ou dans le bâtiment attaché aux programmes de ses programmes. En général, Python peut être utilisé pour programmer des programmes simples pour les débutants et les professionnels, et pour réaliser de grands projets comme n'importe quel autre langage de programmation en même temps. Il est souvent recommandé d'utiliser cette langue car elle est considérée comme l'une des langues les plus précises en raison de son plus facile à apprendre [13]

### Le travail d'algorithmes

Après l'achèvement de l'étape de la structure automatique est transféré à la gestion locale et administrative. Et ce dernier nous permet de suivre le statut de la station de n'importe quel endroit au moyen de moyens numériques, par exemple. Lorsque vous recevez chaque changement de stock ou un moment de retard momentané. À partir du changement normal des pompes pour atteindre n'importe quelle erreur ou problème peut se produire à l'intérieur de la station. C'est ce que nous avons essayé d'incarner en utilisant des algorithmes est nous recueillir ensemble pour obtenir le programme si il vous plaît

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

## Première algorithmes de système de travail

```
Import web
import readstate
import time
render = web.template.render('templates/')

urls = (
    '/', 'index'
)
app = web.application(urls, globals())

def Pompe(tp):
    ttp = int(tp)

    if(tp >0 and ttp<=28800):
        return "static/images/cas1.png"

    if(tp >28800 and ttp <=57600):
        return "static/images/cas2.png"

    if(tp >57600 and ttp <=86400):
        return "static/images/cas3.png"

class index:
    def GET(self):
        etat = 'Normal'
        tp = readstate.getdata("State.pkl") # recuperer l'etat

        tp = int(tp)
        sound = 'NO' # bip alert par default
        light = ""
        img = ""
```



## CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

```
if(tp == 28800 and tp==57600):
    sound = 'YES'
else :
    sound = 'NO'

if(tp >0 and tp<=28800):
    light = "green"
    etat = "Pompe1 & Pompe2"
    img = "static/images/1.png"

if(tp >28800 and tp <=57600 ):
    light = "green"
    etat = "Pompe1 & Pompe3"
    img = "static/images/1.png"

if(tp >57600 and tp <=86400):
    light = "green"
    etat = "Pompe2 & Pompe3"
    img = "static/images/1.png"

imgt = Pompe(tp)

return render.index(sound,light,etat,img,imgt,tp)

if __name__ == "__main__":
    app.run()
```

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

## Deuxième algorithmes de système de travail

```
import pickle,time
def getdata(x):
    fp = open(x)
    shared = 0
    try:
        shared = pickle.load(fp)
    except:
        time.sleep(2)
        while shared == 0 :
            time.sleep(1)
            try:
                fp = open(x)
                shared = pickle.load(fp)
            except:
                pass
    fp.close()
    return shared
```

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

## Troisième algorithmes Le programmation de tempe

```
import time
mintt=input("How many seconds you want of time?:")
timer=int(mintt)
while (timer !=0 ):
    timer=timer+1
    h=timer//3600
    if(h==0):
        m=timer//60
        s=timer-(m*60)
    if(h>0):
        h=timer//3600
        m=(timer-h*3600)//60
        s=timer-(h*3600)-(m*60)
    if(timer==86401):
        timer=0
        timer=timer+1
        h=timer//3600
    if(h==0):
        m=timer//60
        s=timer-(m*60)
    if(h>0):
        h=timer//3600
        m=(timer-h*3600)//60
        s=timer-(h*3600)-(m*60)

    time.sleep(1)
    clock=(h,m,s)
    print(clock)
```

## CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

---

### Algorithmes du test manuel

```
import pickle

cnt = True

print "Pour sortire il faut taper q et entrer\n\n"
tp = raw_input("Entrer le temps en seconde > ")

if(tp == 'q'):
    cnt = False

while cnt :

    fp = open("State.pkl","w")
    pickle.dump(tp,fp)
    fp.close()
    tp = raw_input("\n> ")
    if(tp == 'q'):
        cnt = False
```

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet

## 3.3.1. l'affichage de résultat

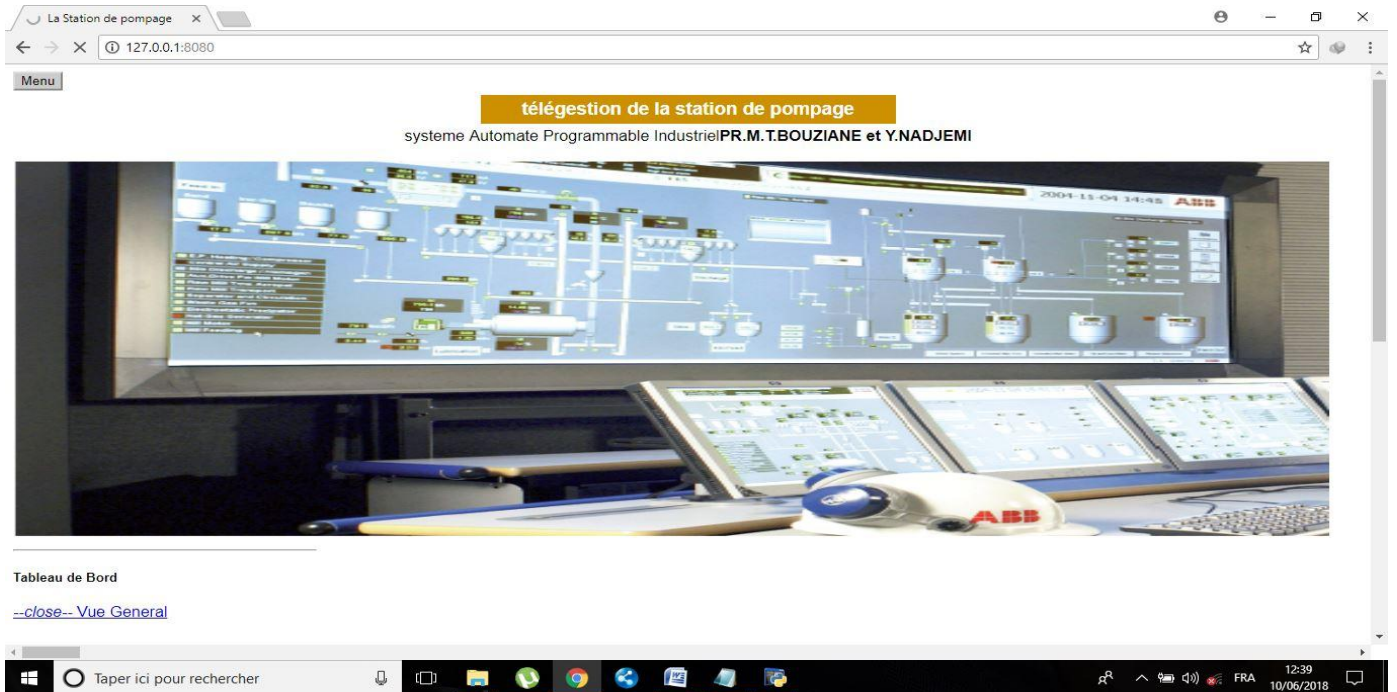


Figure (III.9) : le affichage principale de programme

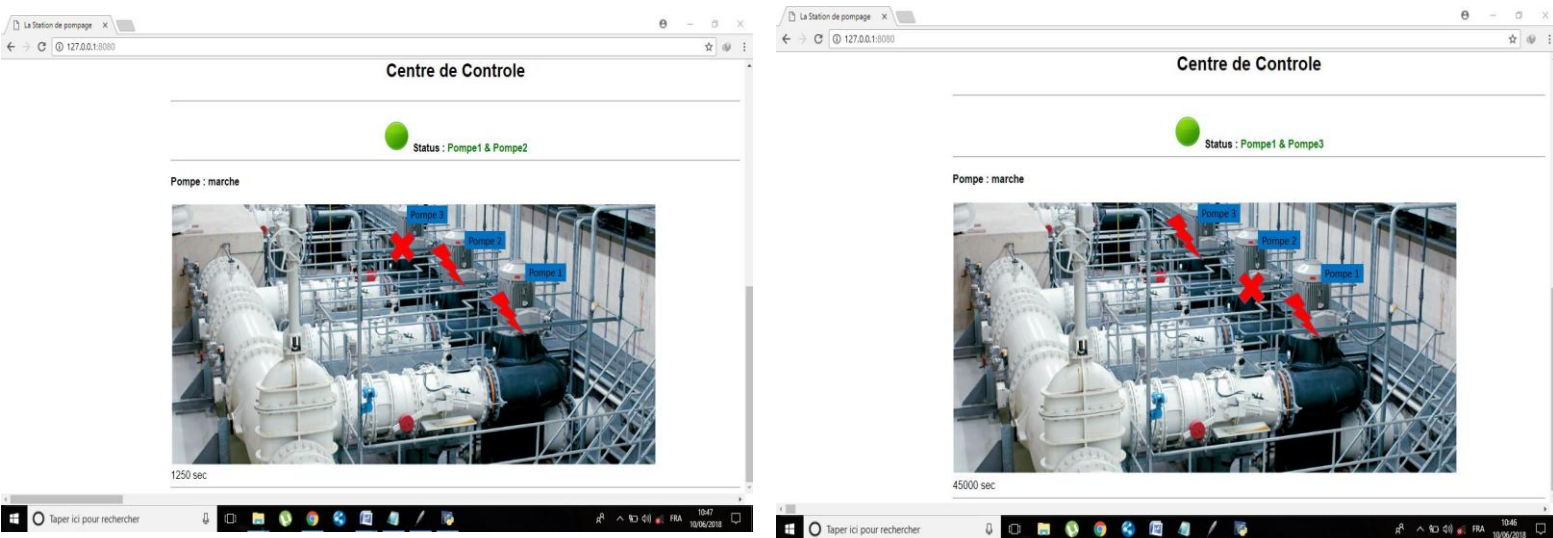


Figure (III.10) : affichage du centre de contrôle en deux cas

On cas il y a des erreurs ou il y a des problèmes de machine le programme de dicté et affiche cette plaque et affiche aussi un plaque de infirmations

# CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet



Figure (III.11) : l'affichage d'erreur

Pour fait des tests et proposition spontanéité vous avez besoin d'aller au center de commande

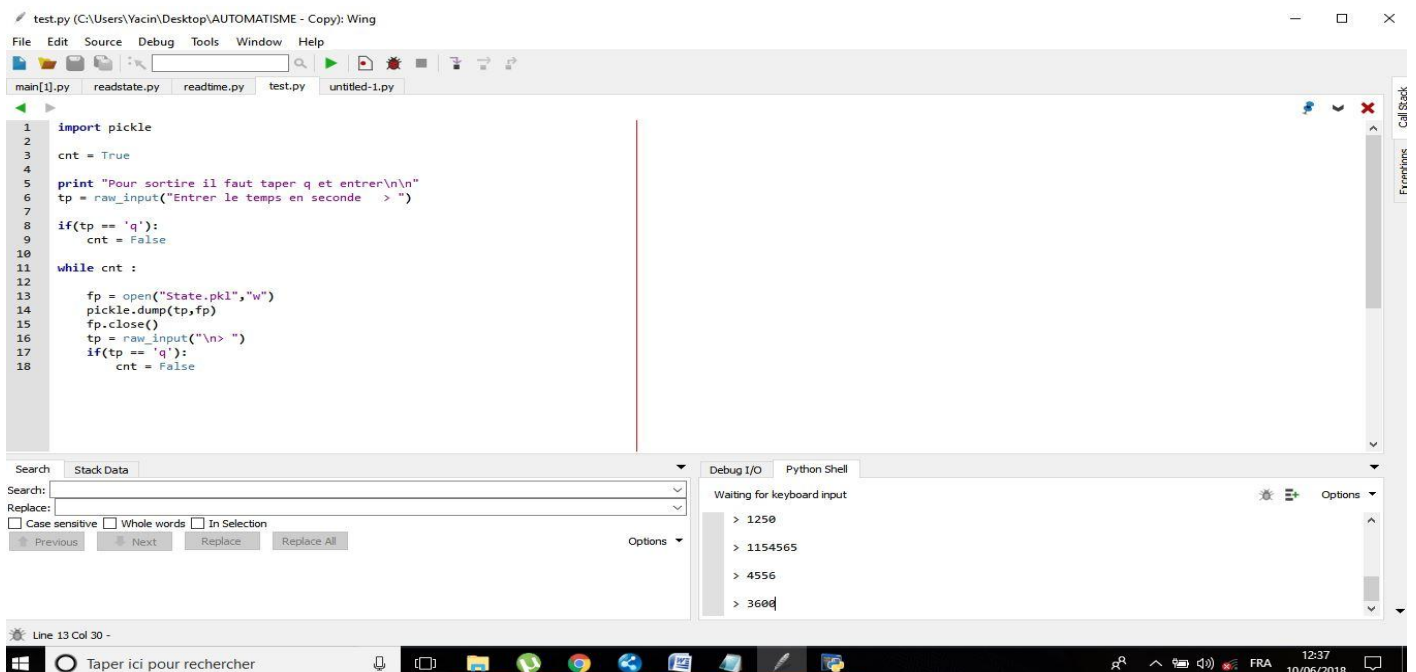


Figure (III.12) : l'affichage base de test

## **CHAPITRE III : Proposition de un système API et la télégestion Du projet**

---

Ce programme est a parrainer de cours de exécution du projet entièrement comme il est soumis a augmenter et la modification calendrier par besoin de charge importante en cas de réparation ou le traitement.

# CONCLUSION GENERALE

---

Le travail présenté, transfert de la ville de Tamanrasset, se situe dans le domaine de l'automatisation et l'optimisation des processus industriels afin de faciliter leur maintenance et d'augmenter la qualité de leur production, ainsi d'optimiser et d'améliorer le fonctionnement existant dans le but de garantir régulièrement une gestion optimale de ce dernier, et ce, si possible sans aucune intervention des opérateurs sur site.

Notre objectif est de moderniser la gestion existante en intégrant un automate programmable dédié à la télégestion et de programmer une interface Homme-machine pour faciliter la surveillance et la gestion du processus en temps réel.

Dans ce travail, nous avons utilisé le logiciel STEP 7, dont nous n'avons aucune connaissance, comme logiciel de programmation de l'automate programmable de Télégestion de type S7-200 qui pilote le processus.

Notre principale tâche était de programmer l'automate et l'interface de supervision, de télégestion ainsi que de les relier en software et hardware, prévoir aussi les défaillances que peut présenter le système, de les afficher en tant qu'alarmes sur l'écran de supervision et permettre la gestion à distance de la station en temps réel.

Compte tenus des résultats obtenus, nous espérons qu'ils soient satisfaisants et qu'ils pourront être utilisés pour moderniser des procédés de ce genre.



# Bibliographie

---

- [1]. L'étude première, Etudes de CPCC, parte géotechnique de projet, 2010.
- [2]. Documentation de réalisation de projet, Contra de réalisation, parte 2 , 2010
- [3]. Documentation de études d'ARNH, donnes de météo, 2010
- [4]. Documentation de CC1, rapport d'analyse annuel de l'eau, laboratoire de CC1
- [5]. Documentation de archive de ARNH : les rapports annuels de projet , 2018.
- [6]. Documentation de archive de ADE : LOS de forage de projet de transfère, 2010
- [7]. Documentation de archive de le bassin hydrographique, les rapports annuels de tout l'offrir l'achèvement du projet .2018
- [8]. Rapport de directeur d'ARNH de TAMANRASSET
- [9]. Documentation : 'archive de la station de pompage SP6 TAMANRASSET, 2012 jusque a 2018.
- [10]. Documentation de archive de ADE : LOS de SP de projet de transfère 2010.
- [11]. Documentation de archive de ADE : LOS de conduite de projet de transfère , 2010.
- [12]. N-KANDI : 'Automate programmable industrielle, configuration matériel', document de formation IAP
- [13]. N-KANDI : 'Automates programmable industrielle, langage de programmation', document de formation IAP.

# Bibliographie

---

[14]. PERAX 2011: 'Télégestion des réseaux d'eau potable, Principes, Techniques et Procèdes. Formation IAP

[15]. DJOUKAM: 'Guide de conception des stations de pompage', 1999

[16]. .Site internet : [www.lacroixsofrel.com](http://www.lacroixsofrel.com).

(<http://www.lacroix-sofrel.fr/content/quest-ce-que-la-t%C3%A9l%C3%A9gestion-quels-b%C3%A9n%C3%A9fices>)

(<http://www.lacroix-sofrel.fr/content/postes-locaux-de-t%C3%A9l%C3%A9gestion-s500>)

[17]. Site Internet : [www.areal.fr](http://www.areal.fr).

(<http://www.topkapi-scada.com/en/topkapi-scada-software>)